

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ পরিচালিত সচিত্র মাসিকপত্র

সম্পাদক—শ্রীগোপালচন্দ্র ভট্টাচার্য

প্রথম ষাণ্মাসিক সূচীপত্র
1971

চতুর্বিংশ বর্ষ : জানুয়ারী—জুন

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ
পি-23, রাজা রাজকৃষ্ণ স্ট্রীট, কলিকাতা-6
'পরিষদ ভবন'
ফোন : 55-0660

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

বগানুক্রামিক বাগ্ম্যাসক বিষয়সূচা

জানুয়ারী হইতে জুন—1971

বিষয়	লেখক	পৃষ্ঠা	মাস
অর্থোন প্রজনন	পার্শ্বসারথি চক্রবর্তী	3	জানুয়ারী
অঙ্কের বাহুকের	অমিতোষ তট্টাচার্য	28	"
অধ্যাপক রামেন প্রসঙ্গে	শ্রীপ্রভাসচন্দ্র কর	179	মার্চ
আচার্য রামনের বিজ্ঞান-সাধনার			
কলিকাতা অধ্যায়	শ্রীকেদারেশ্বর বন্দ্যোপাধ্যায়	145	মার্চ
আচার্য চন্দ্রশেখর ভেঙ্কট রামন		189	"
আদমজুয়ারী	শ্রীশচীনন্দন আচা	275	মে
আলোর উপর শব্দ-তরঙ্গের প্রভাব	সুনীলকুমার সিংহ	151	মার্চ
আণবিক বর্ণালী-বিজ্ঞানের ভূমিকা	দিলীপকুমার ঘোষ	165	মার্চ
অ্যালার্জি	সুবীরকুমার সেন	305	মে
উৎপাদক রিয়াক্টর	দেবেজবিজয় গুপ্ত	198	এপ্রিল
1971 সালে আমেরিকার মহাকাশ			
অভিযানের কর্মসূচী		97	ফেব্রুয়ারী
কঠিন প্রোপেল্যান্ট	সত্যেন্দ্রনাথ গুপ্ত	210	এপ্রিল
কতিপয় অজ্ঞাতপ্রায় প্রাণী	শ্রীগৌরচন্দ্র দাস	308	মে
কীট-পতঙ্গভূক উদ্ভিদ	অভিজিৎ গুপ্ত ও মন্টু বাগচী	243	এপ্রিল
কেজরী-বিক্রয়ার স্বরূপ ও শ্রেণীবিভাগ	অরুণ রায়	271	মে
কেফিনের কথা	হিলোল রায়	116	ফেব্রুয়ারী
কৃষিসংবাদ		358	জুন
কৃত্রিম জলাধার	অঞ্জলি রায়	366	জুন
কাদ-সংরক্ষণ	প্রশান্ত মৈত্র	220	এপ্রিল
গবেষণাগারে অতীজিৎ-বোধের পরীক্ষা	গোপাল রায়	285	মে
গণিতের জন্ম	ত্রিভুজ দাস	340	জুন
চিঠিপত্র		182	ফেব্রুয়ারী
জলজ উদ্ভিদ	এণাকী রায়চৌধুরী	111	ফেব্রুয়ারী

জিওগ্ৰাফ	শ্রীশঙ্করলাল সাহা	55	জাহ্নবীরী
জৈব ও অজৈব তত্ত্ব	শ্রীহরকুমার শেঠ	200	এপ্রিল
জৈব রসায়ন-বিজ্ঞানে অবলোচিত			
আলোক বর্ণালীর অবদান	কালীশঙ্কর মুখোপাধ্যায়	215	এপ্রিল
জৈব রসায়নে অতিবেগুনী			
আলোক বর্ণালীর ব্যবহার	কালীশঙ্কর মুখোপাধ্যায়	321	জুন
ট্রিলোজি		27	জাহ্নবীরী
তিমির কথা	শ্রীহরিমোহন কুণ্ডু	335	জুন
তেজস্ক্রিয়তা	অমলচন্দ্র সাহা	88	কেতকীরী
ধাতুর অবক্ষয়	সুনীল সরকার	49	জাহ্নবীরী
নক্ষত্রের শক্তির উৎস	দেবাশিস দত্ত	86	কেতকীরী
নিউট্রন তেজস্করণ বিশ্লেষণ	দেবেজবিজয় গুপ্ত	244	মে
নিউক্লিয়াসের চৌম্বক অস্থানাদীর			
বর্ণালী ও জৈব যৌগের কাঠামো	কালীশঙ্কর মুখোপাধ্যায়	75	কেতকীরী
পদার্থবিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখায় অধ্যাপক			
রায়নের অবদান	ব্রহ্মানন্দ দাশগুপ্ত	176	মার্চ
পাতার রং ও ক্লোরোফিল	মধুশ্রী দে ও মন্টু বাগচী	51	জাহ্নবীরী
পারদর্শিতার পরীক্ষা	ব্রহ্মানন্দ দাশগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু	247	এপ্রিল
” ” (উত্তর)		250	এপ্রিল
পারদর্শিতার পরীক্ষা	ব্রহ্মানন্দ দাশগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু	307	মে
” ” (উত্তর)		313	মে
পারদর্শিতার পরীক্ষা	ব্রহ্মানন্দ দাশগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু	370	জুন
” ” (উত্তর)		373	জুন
পৃথিবীর সৃষ্টি-রহস্য	দিলীপকুমার বন্দ্যোপাধ্যায়	71	কেতকীরী
প্যাটেল আলেক্সিভিচ চেরেনকভ্	শ্রীরতনমোহন থা	302	মে
প্রশ্ন ও উত্তর	শ্রীমহেশ্বর দে	61	জাহ্নবীরী
”	”	123	কেতকীরী
”	”	191	মার্চ
”	”	252	এপ্রিল
”	”	314	মে
”	”	371	জুন
প্রাচীন ভারতবর্ষে বিজ্ঞান-চর্চা	অরুণরতন গুপ্তাচার্য	259	মে
প্রাচীন দাক্ষিণাত্যের মন্দির-			
নগর পরিকল্পনা	শ্রীঅবনীকুমার দে	237	এপ্রিল
পুস্তক-পর্যালোচনা	জয়ন্ত বসু	360	জুন

পোষা পাৱৱাৰ কথা	আশীষ ৱাৰচৌধুৰী	363	জুন
কল পাকে কেন ?	মক্ৰু বাগচী	302	মে
বৰ্ণালী-বিজ্ঞান ও প্ৰাজ্‌মা	জয়ন্ত বসু	156	মাৰ্চ
বানৰ ও বনমাছৰেৰ লম্বাজ- ব্যৱহাৰ ধাৰা	ৱেবতীমোহন সৱকাৰ	327	জুন
বাংলাদেশে নৃশংস বৰ্বৰতাৰ বিৰুদ্ধে বিজ্ঞানীদেৰ প্ৰতিবাদ		257	মে
বাংলা ভাষাৰ ছোটদেৰ জন্তু বিজ্ঞান ৱচনা	শ্ৰীকুঞ্জবিহাৰী পাল	22	জানুৱাৰী
বাৰ্তাবহ উপগ্ৰহ		279	মে
বিশ্বেশ্বৰক	বিমল বসু	267	মে
বিদ্যা শক্তি উৎপাদন কেন্দ্ৰ—ওবুৰা	কমল নন্দী	7	জানুৱাৰী
বিমানগাত্ৰে তুষাৰীভবন	শ্ৰীঅঞ্জনকুমাৰ দাশ	276	মে
বিজ্ঞান-সংবাদ		36	জানুৱাৰী
"		105	ফেব্ৰুৱাৰী
"		241	এপ্ৰিল
"		294	মে
"		358	জুন
বিবিধ		64	জানুৱাৰী
"		125	ফেব্ৰুৱাৰী
"		254	এপ্ৰিল
"		316	মে
"		374	জুন
ব্যাঙ্গালোৱে ভাৰতীয় বিজ্ঞান- কংগ্ৰেছেৰ 58তম অধিবেশন		39	জানুৱাৰী
ব্যাঙ্গালোৱে ভাৰতীয় বিজ্ঞান- কংগ্ৰেছেৰ 58তম অধিবেশন	ৱবীন বন্দ্যোপাধ্যায়	39	জানুৱাৰী
ব্ৰেক	দীপ্তিকুমাৰ সেন	346	জুন
বৈদ্যুতিক বাতি	সমীৰকুমাৰ ঘোষ	297	মে
ভাৰতেৰ সংবাদ-জ্ঞাপন ব্যৱস্থা		99	ফেব্ৰুৱাৰী
ভাৰতীয় গ্ৰীক ও কুৰাণ যুগেৰ নগৰ-বিজ্ঞান	শ্ৰীঅবনীকুমাৰ দে	8	জানুৱাৰী
ভাঙান নামক গ্ৰেহেৰ কাহিনী	গিৰিজাচন্দ্ৰ ঘোষ	300	মে
ভাৰতেৰ মন্দিৰ-নগৰী	শ্ৰীঅবনীকুমাৰ দে	351	জুন
ভাইয়াস ও ডাঃ এন্ডাৰ্স	বিনয়ৱৰ্ণন দাস	312	মে

ভাসমান মহাদেশ	সৌম্যানন্দ চট্টোপাধ্যায়	193	এপ্রিল
মরুভূমিতে ঋতুপাদন		282	মে
মঙ্গলগ্রহে অভিবান	অলকরঞ্জন বসুচৌধুরী	92	ফেব্রুয়ারী
মেঘ-বিদ্যুৎ-বজ্রপাত	সন্তোষকুমার ঘোড়াই	118	ফেব্রুয়ারী
যন্ত্রের সাহায্যে জলকে ধাতব পদার্থ থেকে মুক্ত করবার ব্যবস্থা		342	জুন
রাবার আবিষ্কারের কাহিনী	ভুবানকান্তি মণ্ডল	57	জানুয়ারী
রেডিয়ামের কথা	শিবশঙ্কর মিত্র	59	জানুয়ারী
রামন রিসার্চ ইনস্টিটিউট	রবীন বন্দ্যোপাধ্যায়	164	মার্চ
রামন-বিচিত্রা	সুধাংশুপ্রকাশ চৌধুরী	183	মার্চ
রামনের আবিষ্কার ও রসায়ন-বিজ্ঞানে তার প্রয়োগ	প্রিয়দারঞ্জন রায়	172	মার্চ
রামন এক্টের আবিষ্কার ও তত্ত্ব লণ্ডনের রয়েল সোসাইটির ভারতীয় সদস্যগণ	শ্রীমুকুমারচন্দ্র সরকার	130	মার্চ
লিউকেমিয়া	শ্রীঅমলকান্তি ঘোষ	15	জানুয়ারী
লেসার রামন বর্ণালী-বিজ্ঞান	পার্বসারথি চক্রবর্তী	368	জুন
লেসারের কথা	সুর্বেশবিকাশ কর	136	মার্চ
লেসার কারিগরীর বিশ্বকর সম্ভাবনা	জীবনেশ মুখোপাধ্যায়	230	এপ্রিল
শনির বলয়	গিরিজাচরণ ঘোষ	344	জুন
শিক্ষা ও পরীক্ষা-সংস্কার	শান্তিকুমার চট্টোপাধ্যায়	83	ফেব্রুয়ারী
শোক-সংবাদ—		109	ফেব্রুয়ারী
অধ্যাপক সহায়রাম বসু	রবীন বন্দ্যোপাধ্যায়	62	জানুয়ারী
সমুদ্র ও আবহাওয়া দূষিত হবার সম্ভা		284	মে
সবচেয়ে কলগ্রন্থ ও তথ্যাসন্ধানী চন্দ্রাভিবান		225	এপ্রিল
সমুদ্রগর্ভে ঋতুর জন্তে অভিবান		226	এপ্রিল
সৌরশক্তির ভবিষ্যৎ ব্যবহার	পার্বসারথি চক্রবর্তী	234	এপ্রিল
অপ্নের আয়ু-রাসায়নিক ভিত্তি	সুভাষচন্দ্র বসাক ও জগৎজীবন ঘোষ	65	ফেব্রুয়ারী
স্বর্গীয় অধ্যাপক চন্দ্রশেখর তেজ্জট রামন	সত্যীশরঞ্জন ঋতুগীর	143	মার্চ
সি. ভি. রামন ও তাঁর সহকারী	রাসবিহারী রায়	187	মার্চ
সাপ ও সাপের বিষ	শ্রীহরিমোহন কুণ্ডু	205	এপ্রিল
সরষের তেলে শিয়াল কাঁটার তেলের সংশ্লিষ্ট নির্ণয়ের পদ্ধতি	শ্রীপ্রশান্তকুমার বসু	214	এপ্রিল
হলোগ্রাফি	শ্রীপ্রদীপকুমার বসু	330	জুন
হয়েল-নারলিকার অভিকর্ষ তত্ত্ব	শ্রীঅঞ্জন ভট্টাচার্য	291	মে
হোভার ট্রেলার		281	মে

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

সাপ্তাহিক লেখক সূচী

জাহ্নবীর হইতে জুন—1971

লেখক	বিষয়	পৃষ্ঠা	মাস
অবনীকুমার দে	ভারতীয় গ্রীক ও কৃষাণবৃগের নগর-বিভাগ	8	জাহ্নবীর
	প্রাচীন দাক্ষিণাত্যের মন্দির-নগরীর পরিকল্পনা	237	এপ্রিল
	ভারতের-মন্দির নগরী	351	জুন
অমলচন্দ্র সাহা	তেজস্ক্রিয়তা	44	ফেব্রুয়ারী
অভিজিৎ গুপ্ত ও মণ্টু বাগচী	কীট-পতঙ্গভুক্ত উদ্ভিদ	243	এপ্রিল
অরুণ রায়	কেন্দ্রীয়-বিক্রয়ার স্বরূপ ও শ্রেণীবিভাগ	271	মে
অরুণরতন ভট্টাচার্য	প্রাচীন ভারতবর্ষে বিজ্ঞান-চর্চা	259	মে
শ্রীঅঞ্জনকুমার দাশ	বিমানগাত্রে তুষারীভবন	276	মে
অমলকান্তি ঘোষ	লণ্ডনের রয়েল সোসাইটির ভারতীয় সদস্যগণ	15	জাহ্নবীর
অমিতোষ ভট্টাচার্য	অঙ্কের বাহুর	28	জাহ্নবীর
অঞ্জন ভট্টাচার্য	হয়েল-নারলিকার অভিকর্ষ তত্ত্ব	291	মে
অনকরঞ্জন বসুচৌধুরী	মজলএহে অভিযান	92	ফেব্রুয়ারী
অঞ্জলি রায়	কৃত্রিম জলাধার বা অ্যাকোয়ারিয়ামে মৎস্ত পালন	366	জুন
আশীষকুমার রায়চৌধুরী	পোষা পায়রার কথা	363	জুন
এশাকী রায়চৌধুরী	জলজ উদ্ভিদ	111	ফেব্রুয়ারী
শ্রীকমল নন্দী	বিদ্যুৎশক্তি উৎপাদন কেন্দ্র—ওব্বা	7	জাহ্নবীর
শ্রীকৃষ্ণবিহারী পাল	বাংলা ভাষার ছোটদের জন্যে বিজ্ঞান রচনা	22	জাহ্নবীর
শ্রীকালীশঙ্কর মুখোপাধ্যায়	নিউক্লিয়াসের চৌম্বক অহুনাদীয় বর্ণালী ও জৈব বৌগের কাঠামো	75	ফেব্রুয়ারী
	জৈব রসায়ন-বিজ্ঞানে অবলোহিত আলোক বর্ণালীর অবদান	215	এপ্রিল
	জৈব রসায়নে অতিবেগুনী আলোক বর্ণালীর ব্যবহার	321	জুন
শ্রীকেশবচন্দ্র বন্দ্যোপাধ্যায়	আচার্য রায়নের বিজ্ঞান-সাধনার কলিকাতা অধ্যায়	145	মার্চ
গিরিজাচরণ ঘোষ	শবির বলয়	83	ফেব্রুয়ারী
	ভাস্কর নামক গ্রহের কাহিনী	300	মে
গোপাল রায়	গবেষণাগারে অতীন্দ্রিয়-বোধের পরীক্ষা	285	মে
শ্রীগৌরচন্দ্র দাস	কতিপয় অজ্ঞাতপ্রাণী প্রাণী	308	মে
জয়ন্ত বসু	বর্ণালী-বিজ্ঞান ও প্রাজ্ঞা	156	মার্চ
	পুস্তক-পৰ্যালোচনা	360	জুন

জীবেশ মুখোপাধ্যায়	লেসারের কথা	30	এপ্রিল
ভূবারকান্তি মণ্ডল	রাবার আবিষ্কারের কাহিনী	57	জানুয়ারী
দিলীপকুমার বন্দ্যোপাধ্যায়	পৃথিবীর সৃষ্টি-রহস্য	71	ফেব্রুয়ারী
দিলীপকুমার ঘোষ	আণবিক বর্ণালী-বিজ্ঞানের ভূমিকা	165	মার্চ
দেবাশিস দত্ত	নক্ষত্রের শক্তির উৎস	86	ফেব্রুয়ারী
দেবেন্দ্রবিজয় গুপ্ত	উৎপাদক রিঅ্যাক্টর	198	এপ্রিল
	নিউট্রন তেজস্করণ বিশ্লেষণ	288	মে
পার্বসারথি চক্রবর্তী	অযোনী প্রজনন-ক্রোনিং	3	জানুয়ারী
	সৌরশক্তির ভবিষ্যৎ ব্যবহার	234	এপ্রিল
	লিউকেমিয়া	338	জুন
শ্রীপ্রদীপকুমার দত্ত	হলোগ্রাফি	330	জুন
প্রশান্ত মৈত্র	ধাতু-সংরক্ষণ	220	এপ্রিল
প্রভাসচন্দ্র কর	অধ্যাপক রামন প্রসঙ্গে	179	মার্চ
প্রশান্তকুমার বসু	সরবের তেলে শিরাল কাঁটার তেলের সংমিশ্রণ পদ্ধতি	214	এপ্রিল
প্রিয়দারজুন রায়	রামনের আবিষ্কার ও রসায়ন-বিজ্ঞানে তার প্রয়োগ	172	মার্চ
ব্রজানন্দ দাশগুপ্ত	পদার্থবিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখার অধ্যাপক রামনের অবদান	176	মার্চ
ব্রজানন্দ দাশগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু	পারদর্শিতার পরীক্ষা	247	এপ্রিল
”	”	307	মে
”	”	370	জুন
বিনয়রঞ্জন দাস	ভাইরাস ও ডাঃ এনডার্স	312	মে
বিমল বসু	বিফোরক	267	মে
শ্রীবিষ্ণু দাস	গণিতের জন্ম	340	জুন
মন্টু বাগচী	কল থাকে কেন ?	302	মে
মধুশ্রী দে ও মন্টু বাগচী	পাতার রং ও ক্লোরোফিল	51	জানুয়ারী
রবীন বন্দ্যোপাধ্যায়	অধ্যাপক সহায়রাম বসু ব্যাঙ্গালোরে ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের 58তম অধিবেশন	62	জানুয়ারী
	রামন রিসার্চ ইনস্টিটিউট	102	ফেব্রুয়ারী
	সি. ভি. রামন ও তাঁর সহকারী	164	মার্চ
রাসবিহারী রায়	প্যাভেল আলেক্সিভিচ্ চেরেনকভ্	187	মার্চ
শ্রীরতনমোহন খাঁ	বানর ও বনমাল্লবের সমাজ-ব্যবস্থা	249	এপ্রিল
রেবতীমোহন সরকার	জিরাফ	327	জুন
শ্রীশঙ্করলাল সাহা	রেডিয়ামের কথা	55	জানুয়ারী
শ্রীশিবশঙ্কর মিত্র		59	জানুয়ারী

শান্তিকুমার চট্টোপাধ্যায়	শিক্ষা ও পরীক্ষা-সংস্কার	109	ফেব্রুয়ারী
শ্রীশামসুন্দর দে	এন্ন ও উত্তর	61	জানুয়ারী
	"	123	ফেব্রুয়ারী
	"	191	মার্চ
	"	252	এপ্রিল
	"	314	মে
	"	371	জুন
শ্রীশচীনন্দন আঢ্য	আদমসুমারী	275	মে
সতীশরঞ্জন খাস্তগীর	স্বর্গীয় অধ্যাপক চন্দ্রশেখর ভেঙ্কট রামন	143	মার্চ
সন্তোষকুমার ঘোড়াই	মেঘ-বিদ্যুৎ-বজ্রপাত	118	ফেব্রুয়ারী
সুনীল সরকার	ধাতুর অবক্ষয়	49	জানুয়ারী
সুভাসচন্দ্র বসাক ও			
জগৎজীবন ঘোষ	স্বপ্নের স্নায়ু-রাসায়নিক ভিত্তি	65	ফেব্রুয়ারী
সুকুমারচন্দ্র সরকার	রামন এক্টের আবিষ্কার ও তত্ত্ব	130	মার্চ
সুর্ধেন্দ্রবিকাশ কর	লেসার রামন বর্ণালী-বিজ্ঞান	136	মার্চ
সুনীলকুমার সিংহ	আলোর উপর শব্দ-তরঙ্গের প্রভাব	151	মার্চ
সুধাংশুপ্রকাশ চৌধুরী	রামন-বিচ্ছিন্নতা	183	মার্চ
সুকুমার শেঠ	জৈব ও অজৈব তত্ত্ব	200	এপ্রিল
সত্যেন্দ্রনাথ গুপ্ত	কঠিন প্রোপেনল্যাট	210	এপ্রিল
সৌম্যনন্দ চট্টোপাধ্যায়	ভাসমান মহাদেশ	193	এপ্রিল
সমীরকুমার ঘোষ	বৈদ্যুতিক বাতি	297	মে
সুবীরকুমার সেন	অ্যালার্জি	305	এপ্রিল
শ্রীহরিমোহন কুণ্ডু	সাপ ও সাপের বিষ	205	এপ্রিল
	তিমির কথা	335	জুন
হিজোল রায়	কেবিনের কথা	116	ফেব্রুয়ারী

চিত্র-সূচী

অধ্যাপক চন্দ্রশেখর ভেঙ্কট রামন	আর্ট পেপারের 1ম পৃষ্ঠা	মার্চ
আলফা স্ফাটিকার	আর্ট পেপারের 2য় পৃষ্ঠা	ফেব্রুয়ারী
আলোর উপর শব্দ-তরঙ্গের প্রভাব	152, 153, 155	মার্চ
আণবিক বর্ণালী-বিজ্ঞানের ভূমিকা	168, 169, 170	মার্চ
আনাজ-ঘর	223	এপ্রিল
অ্যাগোলো-14 মহাকাশযান থেকে	ক্রা মরো সংলগ্ন উচ্চভূমিতে	
একটি বহু নামাতে দেখা যাচ্ছে	আর্ট পেপারের 2য় পৃষ্ঠা	মে

আপোলো-14-এর মহাকাশযাত্রী আলান শেপার্ড ও এড্‌গার মিচেল

চন্দ্রপৃষ্ঠে যাত্রা শুরু করেছেন	আর্ট শেপার্ডের 2য় পৃষ্ঠা	জুন
এয়ার ব্রেক	318	জুন
কণক কুঠী	222	এপ্রিল
কিবাণ কুঠী	222	এপ্রিল
কীট-পতঙ্গভুক্ত সূর্যশিশির	245	এপ্রিল
কীট-পতঙ্গভুক্ত ঘটপত্রী উদ্ভিদের পাতা	244	এপ্রিল
কীটভুক্ত বাঁশ	246	এপ্রিল
কুজপৃষ্ঠ তিমি	336	জুন
কার্বনিফেরাস যুগের মানচিত্র	194	এপ্রিল
কাঞ্চীপুরম	355	জুন
জয়পুরের বিখ্যাত মানমন্দির	260	মে
টোকাপানা	114	ফেব্রুয়ারী
টাশিয়ারী যুগের মানচিত্র	195	এপ্রিল
ডক্টর সহায়রাম বসু	62	জানুয়ারী
ডলফিন	338	জুন
তক্ষশিলা, শিরকাপ ও শিরমুখ-এর নগর-বিহ্বাসের মানচিত্র	9	জানুয়ারী
তেজস্ক্রিয়তা	90	ফেব্রুয়ারী
ধানকুঠী	223	এপ্রিল
নিউক্লিয়াসের চৌম্বক অস্থানাদীয় বর্ণালী ও জৈব যৌগের কাঠামো	76, 80, 81	ফেব্রুয়ারী
পদ্ম	111	ফেব্রুয়ারী
পাটা ঝাওলা	111	ফেব্রুয়ারী
প্লিষ্টোসিন যুগের মানচিত্র	194	এপ্রিল
ফোরোনিশ	309	মে
বর্ণালী-বিজ্ঞান ও প্রাজ্ঞা	157, 160 163	মার্চ
বয়োবৃদ্ধির ফলে শারীরিক অক্ষমতার কারণে অস্থানজ্ঞান	আর্ট শেপার্ডের 2য় পৃষ্ঠা	জানুয়ারী
বিজ্ঞান-জিজ্ঞাসা পত্রিকা কর্তৃক আয়োজিত বিজ্ঞানবিষয়ক পুস্তক ও পত্র-পত্রিকা		
প্রদর্শনীর একাংশ	125	ফেব্রুয়ারী
বিজয় নগর (হাম্পি)	355	জুন
বেতার-বার্তা সংগ্রাহক অ্যান্টিনা	101	ফেব্রুয়ারী
বিমানের অগ্রভাগে জমা বরফ	277	মে
বিমানে গ্লেশের আন্তরণ	277	মে
বিমানের কারবুরেটারে ত্রুণারীভবন	277	মে
বিউগুল	309	মে
ভাস্করাচার্যের লীলাবতীর একটি অংশচিত্র	262	মে
ভ্যাকুয়াম ব্রেক (খোলা অবস্থা)	349	জুন
ভ্যাকুয়াম ব্রেক (লাগানো অবস্থা)	350	জুন
মাইক্রো-ওয়েভ অ্যান্টিনা	100	ফেব্রুয়ারী
মহাবল্লীপুরম	348	জুন
রামন রিসার্চ ইনস্টিটিউট	আর্ট শেপার্ডের 2য় পৃষ্ঠা	মার্চ
রামনের আবিষ্কার ও রসায়ন-বিজ্ঞানে তার প্রয়োগ	174	মার্চ
রামন একক্টের আবিষ্কার ও তত্ত্ব	131, 133, 134	মার্চ

রাইট তিমি	337	জুন
রামেশ্বরম	351	জুন
লিমনোফাইলা	112	ফেব্রুয়ারী
লিঙ্গুলা	309	মে
লেসার রামন বর্ণালী-বিজ্ঞান	140, 141	মার্চ
শিকারী তিমি	337	জুন
সাইলো	224	এপ্রিল
সাপের বিষগ্রন্থির অবস্থান	205	এপ্রিল
সাপের বিষদাঁত	206	এপ্রিল
সী-ড্রেকার	আর্ট পেপারের 2য় পৃষ্ঠা	এপ্রিল
স্ট্রাক্টিউরিয়া	112	ফেব্রুয়ারী
স্মার্ম তিমি	338	জুন
হাইড্রলিক ব্রেক	347	জুন

বিবিধ

অ্যাপোলো-14-র চাঁদের দিকে যাত্রা	127	ফেব্রুয়ারী
কৃত্রিম কর্ণিয়া সংযোজন	374	জুন
গাবরা	127	ফেব্রুয়ারী
জগদীশ বসু জাতীয় বিজ্ঞান প্রতিভা অন্বেষণ বৃত্তি	254	এপ্রিল
জ্যোতির্বিজ্ঞানের বিবিধ প্রত্যয়	255	এপ্রিল
ডক্টর মৃত্যুঞ্জয়প্রসাদ গুহের শিশু-সাহিত্যে রাষ্ট্রীয় পুরস্কার লাভ	64	ফেব্রুয়ারী
নাইকুড়িতে বিজ্ঞান প্রদর্শনী ও আলোচনা সভা	317	মে
নীল গোলাপ	127	ফেব্রুয়ারী
পৃথিবীর কক্ষপথে জাপানের প্রথম পূর্ণাঙ্গ উপগ্রহ	255	এপ্রিল
পৃথিবীর চতুর্দিকে নিরাপত্তামূলক আবরণসংজ্ঞাস্ত গবেষণা	256	এপ্রিল
বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের উদ্যোগে লোকসংজ্ঞক বিজ্ঞানবিষয়ক বক্তৃতা	254	এপ্রিল
বিজ্ঞান জিজ্ঞাসা পত্রিকার বর্ষপুঁতি অঙ্কন	125	ফেব্রুয়ারী
বিজ্ঞানে রবীন্দ্র পুরস্কার	316	মে
ব্যাঙের লড়াই	126	ফেব্রুয়ারী
ভারতের তিনটি শহরের বাতাসে আর্দ্রতার পরিমাণ বৃদ্ধি	254	এপ্রিল
ভারতে লোকসংখ্যা প্রায় পঞ্চাশ কোটি	316	মে
ভীষণ পরমাণু অস্ত্রের যুগ আসছে	127	ফেব্রুয়ারী
মঙ্গলগ্রহে অতিমূর্ধে রূপ মহাকাশ ট্রেন প্রেরিত	374	জুন
মহাকাশে বন্দর প্রতিষ্ঠার উদ্যোগ	317	মে
বীণাখণ্ডের সময়কার ক্রীড়াবিদ ককাল আবিষ্কার	127	ফেব্রুয়ারী
রকেট-ট্রেন	126	ফেব্রুয়ারী
রাশিয়ার মহাকাশযান সোয়ুজ-10	318	মে
শুক্রগ্রহে সোলারসেট মহাকাশযান	126	ফেব্রুয়ারী
সবুজ বিপ্লব সমগ্র ভারতে প্রসারিত হতে পারে	319	মে

সম্পাদক—শ্রীগোপালচন্দ্র ভট্টাচার্য

ঐতিহাসিক ভট্টাচার্য কর্তৃক পি-23, রাজা রাজকৃষ্ণ ষ্ট্রিট, কলিকাতা-6 হইতে প্রকাশিত এবং গুপ্তপ্রেরণ
37/7 বেনিরটোলা লেন, কলিকাতা হইতে প্রকাশক কর্তৃক মুদ্রিত।

ଜ୍ଞାନ ଓ ବିଜ୍ଞାନ

ବଙ୍ଗୀୟ ବିଜ୍ଞାନ ପରିଷଦ ପରିଚାଳିତ ସଚିତ୍ର ମାସିକପତ୍ର

ଦ୍ଵିତୀୟ ବାର୍ଷିକ ମୁଦ୍ରାପତ୍ର
1971

ଚତୁର୍ଦ୍ଦଶ ବର୍ଷ : ଜୁলাই—ଡିସେମ୍ବର

ବଙ୍ଗୀୟ ବିଜ୍ଞାନ ପରିଷଦ

ପି 23, ରାଜା ରାଜକୃଷ୍ଣ ଷ୍ଟ୍ରୀଟ,

କଲିକତା-6

‘ପରିଷଦ ଭବନ’

ଫୋନ : 55-0660

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

বর্ণানুক্রমিক বাণ্যাসিক বিষয়সূচী

জুলাই হইতে ডিসেম্বর—1971

বিষয়	লেখক	পৃষ্ঠা	মাস
অধ্যাপক পুলিনবিহারী সরকার	রমাশ্রমাদ সরকার	488	অগাষ্ট
অপরাধ-বিজ্ঞানে সনাত্তকরণ	জীমূতকান্তি বন্দ্যোপাধ্যায়	529	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
অলৌকিক সংখ্যা ও পাই	ক্ষমা মুখোপাধ্যায়	549	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
অপরাধী নির্ণয়ে ষাণ্মিক ব্যবস্থা	জীমূতকান্তি বন্দ্যোপাধ্যায়	635	নভেম্বর
আর্কিভট, কোপার্নিকাস ও গ্যালিলিও	প্রিয়দারঞ্জন রায়	450	অগাষ্ট
আম	আশিব রায়চৌধুরী	507	অগাষ্ট
আমেরিকার মহাকাশ কর্মসূচী		476	অগাষ্ট
আণবিক জীববিজ্ঞান	অঞ্জলি মুখোপাধ্যায়	542	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
আফ্রিকার তৈলপ্রদারী গাছ	বলাইচাঁদ কুণ্ডু	521	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
আধুনিক জীব-বিজ্ঞান ও মানব সমাজের ভবিষ্যৎ	শ্রীরাধাকান্ত মণ্ডল	560	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
আমাদের জ্ঞান-যন্ত্র ও গন্ধ-রহস্ত	আলোক সেন	601	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
আলকেমিষ্টদের পরশপাথর	বুলবুল বন্দ্যোপাধ্যায়	439	জুলাই
উপগ্রহের কথা	শ্রীআলোককুমার সেন	408	জুলাই
উপজাতি সমাজে পরিবর্তনের ইঙ্গিত	প্রবোধকুমার তৌমিক	564	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
1971 সালে বিজ্ঞানে নোবেল পুরস্কার	রবীন বন্দ্যোপাধ্যায়	732	ডিসেম্বর
এভারেস্টই কি সর্বোচ্চ পর্বত ?	সমীরকুমার ঘোষ	591	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
কনজার্গ স্ট্রাইটিস	হেমেন্দ্রনাথ মুখোপাধ্যায়	385	জুলাই
কীটনাশক ষাটি	প্রশান্ত মৈত্র	392	জুলাই
কবি-সংবাদ		736	ডিসেম্বর
ধাতু-সমস্তা সমাধানে কল ও সজ্জা		658	নভেম্বর
গ্রহদের দূরত্ব বিষয়ে একটি আলোচনা	শ্রীকামিনীকুমার দে	727	ডিসেম্বর
ধাতু ও ধাতব সম্পদের অকুরন্ত ভাণ্ডার		720	ডিসেম্বর
চর্মরোগে আলোক-সংবেদনের ভূমিকা	সুধাংশুভরত মণ্ডল ও অজিতকুমার দত্ত	400	জুলাই

টান ও অভ্যন্তর জ্যোতিষের আকাশ	শ্রীচন্দ্রকুমার রায়	435	জুলাই
টানের গঠন সম্পর্কে অ্যাপোলো-15 কর্তৃক			
প্রেরিত তথ্য		599	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
চোখে আলোর অস্তিত্ব	বোগেন দেবনাথ	713	ডিসেম্বর
ছাপা-সার্কিট	জয়ন্ত বসু	611	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
জরা	শ্রীদেবব্রত নাগ	453	অগাষ্ট
জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং	শ্রীরাধাকান্ত মণ্ডল	431	জুলাই
জিন-প্রযুক্তিবিজ্ঞান ও মানুষের ভবিষ্যৎ	শ্রীমুখাচরণ বসাক ও		
	শ্রীদ্রুগঞ্জীবন ঘোষ	514	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
জিন-এনজাইম প্রক্রিয়া ও মানুষের রোগ	শ্রীঅসিতবরণ দাস-চৌধুরী	662	নভেম্বর
জিওর্গানো ক্রনো	অনুপ রায়	742	ডিসেম্বর
জীবন-জিজ্ঞাসা	স্বর্ষেন্দুবিকাশ কর	572	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
টায়ারের কথা	রবীন বন্দ্যোপাধ্যায়	416	জুলাই
ডাইনোসরের অবলুপ্তির কারণ	শ্রীচন্দন বন্দ্যোপাধ্যায়	501	অগাষ্ট
তিনটি গাছ	লীলা মজুমদার	607	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
স্বকের কথা	রমেন দেবনাথ	594	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
দৈহিক ও মানসিক রোগ নিরাময়ে অনশন		412	জুলাই
নক্ষত্রের ব্যাপ	গিরিজাচরণ ঘোষ	388	জুলাই
নাইলন	শ্রীতুহিনেন্দু সিন্হা	704	ডিসেম্বর
পদার্থ ও জীবন	শ্রীপ্রদীপকুমার দত্ত	640	নভেম্বর
পারদর্শিতার পরীক্ষা	ব্রহ্মানন্দ দাশগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু	438	জুলাই
" " (উত্তর)		444	জুলাই
পারদর্শিতার পরীক্ষা	ব্রহ্মানন্দ দাশগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু	505	অগাষ্ট
" " (উত্তর)		509	অগাষ্ট
পারদর্শিতার পরীক্ষা	ব্রহ্মানন্দ দাশগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু	622	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
" " (উত্তর)		627	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
পারদর্শিতার পরীক্ষা	ব্রহ্মানন্দ দাশগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু	684	নভেম্বর
" " (উত্তর)		689	নভেম্বর
পারদর্শিতার পরীক্ষা	ব্রহ্মানন্দ দাশগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু	741	ডিসেম্বর
" " (উত্তর)		746	ডিসেম্বর
পুস্তক পরিচয়	স্বর্ষেন্দুবিকাশ কর	499	অগাষ্ট
প্রাণ-পরিপোষক মকরন্দজ	শ্রীমধবেন্দ্রনাথ পাল	422	জুলাই
প্রাচীন বৌদ্ধযুগের নগর-বিভাগ	শ্রীঅবনীকুমার দে	648	নভেম্বর
প্রশ্ন ও উত্তর	ভানুসন্দর দে	445	জুলাই
" "	"	510	অগাষ্ট
" "	"	634	সেপ্টেম্বর-অক্টো:

প্রথম ও উত্তর	শ্রীমহেশ্বর দে	687	নভেম্বর
" "	"	749	ডিসেম্বর
প্রাটিকের কথা	মনমোহন ঘোষ	651	নভেম্বর
পৃথিবী ও তার আবহাওয়া	মণিকুমলা মুখোপাধ্যায়	707	ডিসেম্বর
বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের ত্রয়োবিংশ প্রতিষ্ঠা-বার্ষিকী		492	অগাষ্ট
বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের ত্রয়োবিংশ প্রতিষ্ঠা- বার্ষিকী উপলক্ষে কর্মসচিবের নিবেদন		494	অগাষ্ট
বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের ত্রয়োবিংশ বার্ষিক সাধারণ অধিবেশন—1971		694	নভেম্বর
বাতাসে ভাসমান অদৃশ্য জীবজগৎ	রমা চক্রবর্তী	739	ডিসেম্বর
বিশ্ফোরক পদার্থের উৎপাদন ও ব্যবহার	আশিষকুমার সান্ডাল	405	জুলাই
বিমান ও মহাকাশযানের সাহায্যে প্রাকৃতিক সম্পদের সম্ভান		414	জুলাই
বিশ্বজ্যামিতি ও মহাকর্ষ-বহু	হীরেন্দ্রকুমার পাল	479	অগাষ্ট
বিভিন্ন উদ্ভিদের বিস্তৃতি	শ্রীচঞ্চল রায়	629	সেপ্টেম্বর-অক্টো
বিবিধ		447	জুলাই
"		547	অগাষ্ট
"		693	নভেম্বর
"		750	ডিসেম্বর
বিজ্ঞান-সংবাদ		666	নভেম্বর
"		725	ডিসেম্বর
বেতার টেলিফোনি ও ব্রডকাস্টিং-এর আদিপর্ব	সত্যীশরঞ্জন খাস্তগীর	520	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
বৈজ্ঞানিক শিল্প প্রবর্তনে দূষিত পরিবেশ ও তার প্রতিকার	প্রিয়দারঞ্জন রায়	538	সেপ্টেম্বর
ভবিষ্যতের সংশ্লিষ্ট ঋতু ও রসায়ন	রবীন বন্দ্যোপাধ্যায়	575	সেপ্টেম্বর
ভারতের মন্দির-নগর	শ্রীজবনীকুমার দে	461	অগাষ্ট
ভারত প্রকৃতি রাষ্ট্রে কৃষিবিপ্লব		474	অগাষ্ট
ভারত মহাসাগর সম্পর্কিত গবেষণা	শঙ্কর চক্রবর্তী	585	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
ভারতীয় নু-বিজ্ঞানের পথিকৃৎ— রায় বাহাদুর শরৎচন্দ্র রায়	রেবতীমোহন সরকার	675	নভেম্বর
মস্তিষ্কের নিয়ন্ত্রক পাইনিরেল এছি	শ্রীদেবব্রত নাগ ও শ্রীজগৎজীবন ঘোষ	633	নভেম্বর
মজল এছ		660	নভেম্বর
মহাকর্ষের তরঙ্গ	বিশ্বেন্দ্রনাথ মিত্র	554	সেপ্টেম্বর-অক্টো:

মহাবিধ ভ্রমণে গতিবেগ সমস্তা	শ্রীধনকুমার ঘোষ	729	ডিসেম্বর
মুক্তার কথা	শ্রীশঙ্করলাল সাহা	441	জুলাই
মিকামাইসিন	সুখেতা বিশ্বাস	427	জুলাই
লর্ড আর্নেস্ট রাদারফোর্ড	রবীন বন্দ্যোপাধ্যায়	679	নভেম্বর
লাকার কথা	সুনীল সরকার	444	জুলাই
প্রবণোত্তর শব্দ	সন্তোষকুমার ঘোড়াই	394	জুলাই
শ্বেতিরোগের উৎস-সন্ধান	শ্রীসুধাংশুবল্লভ মণ্ডল ও শ্রীঅজিতকুমার দত্ত	697	ডিসেম্বর
শোক-সংবাদ		512	অগাষ্ট
অধ্যাপক পুলিনবিহারী সরকার			
ডক্টর বীরেশ্বর বন্দ্যোপাধ্যায়			
শোক-সংবাদ		690	নভেম্বর
অধ্যাপক জে. ডি. বার্নাল		690	„
অধ্যাপক বার্নার্ডো হোসে		691	„
অরুণকৃষ্ণ বন্দ্যোপাধ্যায়		691	„
সর্পদংশনের চিকিৎসার গাছগাছড়া	শ্রীঅবনীভূষণ ঘোষ	469	অগাষ্ট
সবুজ-বিপ্লব		579	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
সমুদ্র-বিজ্ঞান	অলকরঞ্জন বসুচৌধুরী	644	নভেম্বর
সমাজ-বিজ্ঞান ও সমাজ-বিজ্ঞানী	মিনতি চক্রবর্তী	669	নভেম্বর
সমাজ-বিজ্ঞানে গবেষণার বিভিন্ন ধারা	মিনতি চক্রবর্তী	709	ডিসেম্বর
সমুদ্রের অভিযান	শ্রীশচীনাথ মিত্র	457	অগাষ্ট
সেলুলোজ	শ্রীচন্দন মুখোপাধ্যায়	747	ডিসেম্বর
সোনা	সুনীল সরকার	624	নভেম্বর
হারী কেরাইট চুষক	মলয় সরকার	722	ডিসেম্বর
স্বরনালী	শ্রীসত্যজিত দাশগুপ্ত	654	নভেম্বর
হিম-কপোতের খোঁজে	জীবন সর্দার	617	সেপ্টেম্বর-অক্টো:
হীরকের কথা	শ্রীজ্যোতির্ময় হই	744	ডিসেম্বর
হালোজেন গোষ্ঠীর আবিষ্কার	অরুণ রায়	472	অগাষ্ট

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

বাৎসরিক লেখকসূচী

জুলাই হইতে ডিসেম্বর—1971

লেখক	বিষয়	পৃষ্ঠা	মাস
শ্রীঅলোককুমার সেন	উপগ্রহের কথা	408	জুলাই
অলোক সেন	জাগ-বস্ত্র ও গছ-রহস্য	601	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
অঞ্জলি মুখোপাধ্যায়	আণবিক জীববিজ্ঞান	542	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
অলকরঞ্জন বসুচৌধুরী	সমুদ্র-বিজ্ঞান	644	নভেম্বর

শ্রীঅসিতবরণ দাস-চৌধুরী	জিন-এনজাইম প্রক্রিয়া ও বাত্বের রোগ	662	নভেম্বর
শ্রীঅবনীকুমার দে	ভারতের মন্দির-নগরী	461	অগাষ্ট
	প্রাচীন যৌবয়ুগের নগর-বিস্তার	648	নভেম্বর
শ্রীঅবনীভূষণ ঘোষ	সর্প-দংশনের চিকিৎসার গাই-গাইডা	469	অগাষ্ট
অরুণ রায়	হ্যালোজেন গোষ্ঠীর আবিষ্কার	472	অগাষ্ট
অনুপ রায়	জিত্তদানো ক্রনো	742	ডিসেম্বর
আশিষকুমার সান্তাল	বিশ্লেষণক পদার্থের উৎপাদন ও ব্যবহার	405	জুলাই
আশিষ রায়চৌধুরী	আম	507	অগাষ্ট
শ্রীকামিনীকুমার দে	গ্রহদের দূরত্ব বিষয়ে একটি আলোচনা	727	ডিসেম্বর
কমা মুখোপাধ্যায়	অলৌকিক সংখ্যা ও পাই	549	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
গিরিজাচরণ ঘোষ	নক্সের ব্যাস	388	জুলাই
শ্রীচকলকুমার রায়	চাঁদ ও অন্তরীক্ষ জ্যোতিষ্কের আকাশ	435	জুলাই
	বিভিন্ন উদ্ভিদের বিস্তৃতি	629	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
শ্রীচন্দন বন্দ্যোপাধ্যায়	ডাইনোসরের অবলুপ্তির কারণ	501	অগাষ্ট
শ্রীচন্দন মুখোপাধ্যায়	সেলুলোজ	747	ডিসেম্বর
জয়ন্ত বসু	হাণা সার্কিট	611	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
জীবন সর্দার	হিম-কণোতের খোঁজে	617	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
জীমূতকান্তি বন্দ্যোপাধ্যায়	অপরাধ-বিজ্ঞানে সনাক্তকরণ	529	" "
	অপরাধ নির্ণয়ে বার্ষিক পদ্ধতি	685	নভেম্বর
শ্রীজ্যোতির্ষ হই	হীরকের কথা	744	ডিসেম্বর
শ্রীতুহিনেন্দু সিন্হা	মাইলন	704	ডিসেম্বর
শ্রীদেবপ্রত নাগ	জরা	453	অগাষ্ট
শ্রীদেবপ্রত নাগ ও			
শ্রীজগৎজীবন ঘোষ	মস্তিষ্কের নিয়ন্ত্রক পাইনিয়ল গ্রন্থি	633	নভেম্বর
প্রশান্ত মৈত্র	কীটনাশক মাটি	392	জুলাই
প্রিয়দারজেন রায়	আর্কভট, কোপার্নিকাস ও গ্যালিলিও	450	অগাষ্ট
	বৈজ্ঞানিক শিল্প প্রবর্তনে দূষিত পরিবেশ		
	এবং তার প্রতিকার	538	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
শ্রীপ্রদীপকুমার দত্ত	পদার্থ ও জীবন	640	নভেম্বর
শ্রীপ্রবোধকুমার ভৌমিক	উপজাতি সমাজে পরিবর্তনের ইঙ্গিত	564	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
বলাইচাঁদ কুতু	আফ্রিকার তৈলপ্রদারী পামগাছ	521	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
বিমলেন্দু মিত্র	মহাকর্ষের তরঙ্গ	554	" "
বৃন্দবল বন্দ্যোপাধ্যায়	অ্যালকেমিষ্টদের পরশপাথর	439	জুলাই
ব্রহ্মানন্দ দাশগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু	পারদশিতার পরীক্ষা	438	জুলাই
	"	505	অগাষ্ট
	"	622	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
	"	684	নভেম্বর
	"	741	ডিসেম্বর

ধনমোহন ঘোষ	প্রাণিকের কথা	651	নভেম্বর
মণিকুন্ডলা মুখোপাধ্যায়	পৃথিবী ও তার আবহাওয়া	707	নভেম্বর
মল্লয় সরকার	হারী ফেরাইট চুষক	722	ডিসেম্বর
শ্রীধাৰবেন্দনাথ পাল	প্রাণ-পরিপোষক মকরধ্বজ	422	জুলাই
মিনতি চক্রবর্তী	সমাজ-বিজ্ঞান ও সমাজ-বিজ্ঞানী	669	নভেম্বর
	সমাজ-বিজ্ঞানে গবেষণার বিভিন্ন ধারা	709	ডিসেম্বর
যোগেন দেবনাথ	চোখে আলোর অহুত্ব	713	ডিসেম্বর
রবীন বন্দ্যোপাধ্যায়	টারারের কথা	416	জুলাই
	তথ্যচিত্রের সংশ্লিষ্ট ঋণ	575	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
	লর্ড রাদারফোর্ড	679	নভেম্বর
	1971 সালে বিজ্ঞানে নোবেল পুরস্কার	732	ডিসেম্বর
রমেন দেবনাথ	হকের কথা	594	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
রমাশ্রী সুরকার	অধ্যাপক পুলিনবিহারী সুরকার	488	অগাষ্ট
রমা চক্রবর্তী	বাতাসে ভাসমান অদৃশ্য জীবজগৎ	739	ডিসেম্বর
শ্রীধাৰকান্ত মণ্ডল	জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং	431	জুলাই
	আধুনিক জীব-বিজ্ঞান ও		
	মানবসমাজের তথ্য	560	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
রবীন্দ্রমোহন সরকার	ভারতীয় নৃত্য-বিজ্ঞানের পথিকৃৎ—		
	রায়বাহাদুর শরৎচন্দ্র রায়	675	নভেম্বর
নীলা মজুমদার	তিনটি গাছ	607	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
শঙ্কর চক্রবর্তী	ভারত মহাসাগর সম্পর্কিত গবেষণা	585	„
শঙ্করলাল সাহা	মুক্তার কথা	441	জুলাই
শ্রীশচীনাথ মিত্র	সমুদ্রের অভিযান	457	অগাষ্ট
শ্রীমন্তনন্দ দে	প্রশ্ন ও উত্তর	445 জুলাই, 510 অগাষ্ট, 631	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর,
		687 নভেম্বর, 749 ডিসেম্বর	
সত্যেন্দ্রকুমার ঘোড়াই	অবশেষের শব্দ	394	জুলাই
সত্যেন্দ্রনাথ বসু	বেতার টেলিফোনি ও ব্রডকাস্টিং-এর		
	আদি পর্ব	520	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
সত্যেন্দ্রনাথ ঘোষ	এভারেস্টই কি সর্বোচ্চ পর্বত ?	591	„
সত্যেন্দ্রনাথ দাশগুপ্ত	স্বরনালী	654	নভেম্বর
স্বধাংশুচন্দ্র মণ্ডল ও			
অজিতকুমার দত্ত	চর্মরোগে আলোক সংবেদনের ভূমিকা	400	জুলাই
	খেতিরোগের উৎস-সম্বন্ধে	697	ডিসেম্বর
স্বধেতা বিশ্বাস	রিকামাইসিন	427	জুলাই
সুনীল সরকার	লাকার কথা	444	„
	সোনা	624	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর

ঐচ্ছিক বসাক ও

ঐজগৎজীবন ঘোষ	জিন-প্রযুক্তিবিজ্ঞান ও মানবের ভবিষ্যৎ	514	
নরেন্দ্রবিকাশ কর	জীবন-জিজ্ঞাসা	572	"
	পুস্তক পরিচয়	499	অগাঠ
ঐশ্বর্যকুমার ঘোষ	মহাবিশ্ব ভ্রমণের গতিবেগ সমস্যা	729	ডিসেম্বর
হীরেন্দ্রকুমার পাল	বিশ্ব-জ্যামিতি ও মহাকর্ষ-রহস্য	479	"
হেমেন্দ্রনাথ মুখোপাধ্যায়	কনজাংটিভাইটিস	385	জুলাই

চিত্রসূচী

অধ্যাপক পুলিনবিহারী সরকার	489	অগাঠ
অধ্যাপক জে. ডি. বার্নাল	621	নভেম্বর
অধ্যাপক ডেনিস গ্যাবর	731	ডিসেম্বর
অরুণকুমার বন্দ্যোপাধ্যায়	692	নভেম্বর
অগ্নি-নির্বাণক জাহাজ	1ম আর্টপেপারের 1ম পৃষ্ঠা	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
অরেল পামগাহ	523	" "
অরেল পামগাহের প্রস্থচ্ছেদ ও লম্বচ্ছেদ	524	" "
অরেল পামগাহের তিন প্রকার কলের আকৃতি ও বিভিন্ন অংশ	526	" "
অরেল পামগাহের বীজের অনুরোধগম	527	" "
অলৌকিক সংখ্যা ও পাই	549, 550, 552	" "
আদীবাসী মেয়ে-পুরুষ ধানের বোঝা নিয়ে কিরছে	564	" "
আমেরিকার সমুদ্র-গবেষণাকারী জাহাজ পারোনীয়ার	586	" "
একটি ট্র্যানজিটের রেডিওর ভিতরের ছাপা সার্কিট	612	" "
একটি সমবেত উৎসবের আঙ্গিনার	566	" "
এভারেস্টই কি সর্বোচ্চ পর্বত ?	591	" "
একটি জীবকোষ (আণবিক জীববিজ্ঞান)	543	" "
একটি নিউক্লিওটাইড (")	544	" "
একটি ট্রাইপেপটাইড শেকল (")	546	" "
কচ্ছপের অন্তর্ভুক্তীয় খোলস	598	" "
করাত বাহের করাত	598	" "
কোপার্নিকাস	451	অগাঠ
ক্যালিকোনিয়ার জঙ্গলে দুটি বাজাসহ কুঁটিওয়াল হত্যামর্গাচা	2য় আর্টপেপারের 2য় পৃষ্ঠা	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
গ্যালটন হাইসেল (অবশেষের নক)	395	জুলাই
গ্যালিলিও	452	অগাঠ

গোলাকার আঁশ	598	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
ঘোরানো সিঁড়ির মত ছ-নরী DNA (আণবিক জীববিজ্ঞান)	544	" "
চর্মের প্রস্ফেদ	595	" "
চিকুগী আঁশ	598	" "
চোখে আলোর অক্ষুভুতি	714, 715, 717, 718, 719	ডিসেম্বর
ছাপা সার্কিট গঠনের প্রথম পদ্ধতির বিভিন্ন পর্যায়	613	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
ছাপা সার্কিট গঠনের দ্বিতীয় পদ্ধতির বিভিন্ন পর্যায়	614	" "
ছাপা সার্কিট গঠনের তৃতীয় পদ্ধতির বিভিন্ন পর্যায়	615	" "
জলের দ্বারা পরিবেশ দূষিতকরণের তিনটি প্রধান উৎস	540	" "
জেনে রাধ	606, 610, 621	" "
টারার তৈরির বহুপাতি	419	জুলাই
টারারের হাঁচ	420	"
ডক্টর আর্ল ডারিউ সাধারণল্যাণ্ড	734	ডিসেম্বর
ডক্টর গেরহার্ড হার্জবার্গ	735	ডিসেম্বর
ডক্টর বীরেন্দ্র বন্দ্যোপাধ্যায়	512	অগাস্ট
D. N. A থেকে RNA মারকং প্রোটিন সংশ্লেষণ (আণবিক জীববিজ্ঞান)	547	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
স্বকের অংশবিশেষের আণুবীক্ষণিক চিত্ররূপ	700	ডিসেম্বর
নক্ষত্রের ব্যাস	389, 390	জুলাই
নাকের গঠন	602	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
নাকের ভিতরের অংশের ত্রিভুজ	605	" "
পুলিশের নবীভূক্ত আত্মলিপ্যের একসারি প্রতিলিপি	531	" "
পাঁচজন পুরুষের মধ্যে 'ইউ' উচ্চারণের ভয়েস প্রিন্ট	536	" "
পাঞ্জাবে কৃষকদের সঙ্গে সবুজ বিপ্লবের উৎসাহ		
ডক্টর নরম্যান বোরলগ	579	" "
পারদর্শিতার পরীক্ষা	505, 506	অগাস্ট
" (উত্তর)	509	"
" "	627	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
" "	688	নভেম্বর
পুরনো DNA থেকে নতুন DNA তৈরি হচ্ছে (আণবিক জীববিজ্ঞান)	545	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
প্রাকরেড আঁশ	598	" "
প্রেসি-টাইপ আবহ-রেডার	678	নভেম্বর
কটো-রোবট পদ্ধতিতে প্রস্তুত আলোকচিত্র	533	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
বজ্র বিজ্ঞান পরিষদের ত্রয়োবিংশ প্রতিষ্ঠা-বার্ষিকী		
অমর্ত্যনন্দ দত্ত আর্ট পেপারের 1ম পৃষ্ঠা		অগাস্ট
বজ্র বিজ্ঞান পরিষদের সভাপতি অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ বসু		
পরিষদের পক্ষ থেকে কলিকাতাহিত বাংলাদেশ কূটনৈতিক		
মিশনের প্রধান জনাব হোসেন আলীর হস্তে বাংলাদেশের		
সাহায্যার্থে সংগৃহীত অর্থ প্রদান করছেন	493	অগাস্ট
বড়ান বা চতীর খানে উৎসর্গীকৃত পোড়ামাটির হাতি ও ঘোড়া	568	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
ভাসমান পরমাণুজি উৎপাদন কেন্দ্র	537	" "

মন্দিরের চত্বর-বিজ্ঞান	462	অগাঠ
মাহুঘের মাথার চুল বহুগুণ বর্ধিত আকারে	534	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
মাহুঘের নাক সোজা হুজি কাটা হয়েছে	603	" "
মানবদেহে ফেনাইল অ্যালানাইন ও টাইরোসিন প্রক্রিয়া	663	নভেম্বর
মেদিনীপুর অঞ্চলের এক সুগা কৃষক	567	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
মেলানোসাইট, মেলানোসোম এবং মেলানিন উৎপাদন প্রক্রিয়া	701	ডিসেম্বর
মেরিনার-৭	আর্ট পেপারের 2য় পৃষ্ঠা ডিসেম্বর	
মোলেক ওয়েরবার ও তাঁর বিরাট অ্যালুমিনিয়ামের ড্রাম	557	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
রোমস্ক প্রাণীর স্তন ও মহুঘস্তন	597	" "
লম্বভাবে দ্বিগুণিত নাসিকা, মুহুগহ্বর, গলবিল এবং বরনালী	655	নভেম্বর
লর্ড আর্নেস্ট রাদারফোর্ড	আর্ট পেপারের 2য় পৃষ্ঠা "	
লেসার রশ্মির সাহায্যে চোখের রেটিনার চিকিৎসাব্যবস্থা	আর্ট পেপারের 2য় পৃষ্ঠা জুলাই	
শিল্পপ্রতিষ্ঠানের অঙ্গারসজাত মূলিকণার দ্বারা বায়ু	বিশেষভাবে দ্রুত হয়ে থাকে	
	539	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
শ্রবণোত্তর তরঙ্গ সৃষ্টির একটি বর্তনী	396	জুলাই
শ্রবণোত্তর তরঙ্গের সাহায্যে মস্তিষ্ক পরীক্ষা	399	"
সকল বস্তুই অণু-পরমাণু দিয়ে তৈরি (আণবিক জীববিজ্ঞান)	542	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
হিম-কপোত	617	" "
শ্বেতিরোগের আলোক চিত্র	698	ডিসেম্বর
হায়ী ফেরাইট চুষক	723, 724	"
স্বাভাবিক জীবকোষের আন্তরীক্ষিক আকৃতি	402	জুলাই
স্বাভাবিক জীবকোষের বিনাশের হুচনা	402	"
স্বাভাবিক জীবকোষের লাইসোজোমের মধ্যে	আলোক সংবেদনশীল বস্তু	
	403	"
স্বাভাবিক জীবকোষের বিনাশপ্রাপ্তির অবস্থা	403	"
স্পঞ্জকোষ থেকে নিষ্কাশিত DNA-র চিত্র	548	সেপ্টেম্বর-অক্টোবর
সেকেন্ডারী লিউকোডার্মা রোগের আলোকচিত্র	699	ডিসেম্বর
হায়ী ফেরাইট চুষক	723, 724	ডিসেম্বর

বিবিধ

অ্যাপোলো-15-এর মহাকাশচারীদ্বয়ের চল্লিপৃষ্ঠে অবতরণ	511	অগাঠ
বাঙালির রেকর্ড ফলন	511	"
গোবরোর বিবে ক্যান্সার সারিতে পারে	750	ডিসেম্বর
1971 সালে শরীরবিজ্ঞান নোবেল পুরস্কার	693	নভেম্বর
চাঁদের বয়স	448	জুলাই
দশম বার্ষিক রাজশেখর বসু স্মৃতি বক্তৃতা	511	অগাঠ
পৃথিবীর কক্ষপথে তিনজন সোভিয়েট মহাকাশচারী	447	জুলাই
পৃথিবীর কক্ষপথে সোভিয়েট-যান	448	"
বিজ্ঞানে বিজ্ঞান প্রদর্শনী	693	অগাঠ
মহাকাশে চারাগাহ	448	জুলাই
সূর্যোত্তান	693	অগাঠ
সৌরজ-11-র তিনজন মহাকাশচারীর মৃত্যু	447	জুলাই
জালিউটের গুরুত্বপূর্ণ পরীক্ষা	448	"

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

চতুর্বিংশ বর্ষ

জানুয়ারী, ১৯৭১

প্রথম সংখ্যা

নববর্ষের নিবেদন

জানুয়ারী, ১৯৭১—‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’ ২৪ বৎসরে পদার্পণ করিল। ২৩ বৎসরের দীর্ঘ জীবনে ‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’কে বিত্তর বাধা-বিষের সম্মুখীন হইতে হইলেও জনসাধারণের সহায়ত্বভূতি ও আশুকুল্য এবং পশ্চিম বঙ্গ সরকার, কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়, শিল্প ও বিজ্ঞান গবেষণা পর্ষৎ (CSIR), শিক্ষাবিসরক গবেষণা ও শিকণের জাতীয় পর্ষৎ (NCERT) প্রভৃতি প্রতিষ্ঠানের পৃষ্ঠপোষকতার সেই সকল বাধা-বিস অতিক্রম করিয়া ‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’ তাহার অগ্রগতি অব্যাহত রাবিয়াছে। নিম্নক বিজ্ঞানবিসরক একটি বাংলা পত্রিকার পক্ষে ২৩ বৎসরের জীবনকাল যে বহুলাংশে অক্লান্ত কর্মপ্রচেষ্টা ও অবিচল নিষ্ঠার পরিচায়ক—এই কথা বলিলে বোধ হয় অত্যাুক্তি হইবে না। আশাধের জট-বিচ্ছাতি সম্পর্কে আশা অবহিত আছি এবং জট-বিচ্ছাতি মুক্ত হইয়া ‘জ্ঞান ও

বিজ্ঞান’ বাহাতে উত্তরোত্তর আদর্শ স্থানীয় হইতে পারে, সেই বিষয়ে সর্বদাই আমাদের চেষ্টা ও লক্ষ্য রহিয়াছে। কিন্তু অর্থাতাব একটি প্রবল অন্তরায়। যদিও পত্রিকার পাঠক ও গ্রাহক-সংখ্যা ক্রমেই বৃদ্ধি পাইতেছে, তথাপি সর্বক্ষেত্রে মূল্যবৃদ্ধি ও ব্যবসায়-বাণিজ্যের অনিশ্চয়তাহেতু বিজ্ঞাপন হ্রাসের কলে ব্যয়ের অঙ্ক আরের অঙ্কে ক্রমশঃ অতিক্রম করিয়া বাইতেছে। অবস্থা বিবেচনার নানা বিষয়ে ব্যয়সঙ্কোচ করিয়াও আর-ব্যয়ের সামঞ্জস্য বিধান করা সম্ভব হইতেছে না। পত্রিকাটিকে অধিকতর চিত্তাকর্ষক করিবার জন্য উন্নত মানের চিত্র, রক, কাগজ ও মুদ্রণ প্রভৃতির জন্য অধিক পরিমাণে অর্থব্যয় করা আবশ্যক। বাহা হউক, আশাধের এই তরঙ্গ আছে যে, উদ্দেশ্যের গুরুত্ব বিবেচনার এবং প্রবন্ধাদির জনপ্রিয়তার গুণে ‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’

দুর্দীর্ঘ কাল তাহার স্তন্যম অক্ষুর রাধিতে সক্ষম হইবে।

এতকণ প্রকাশন সম্পর্কিত অভাব-অভিবোধের কথাই বলা হইয়াছে, কিন্তু 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান'-এর প্রাণ তাহার প্রবন্ধসমূহ। বিজ্ঞানবিষয়ক প্রবন্ধ রচনার ক্ষেত্রে বর্তমানে নানা রীতি অল্পস্বত্ব হইতে দেখা যায়। কেহ কেহ গল্পছলে বিজ্ঞানের তত্ত্ব পরিবেশন করেন, কেহ বা কাব্য সৃষ্টি করেন; কলে অনেক সময়ই দেখা যায়—আসল বস্তুটি ভাঙের ভারে চাপা পড়িয়া যায়। ভাষা ও উপহার অপপ্রয়োগের ফলে বক্তব্য বিষয় অনেক ক্ষেত্রেই ভ্রান্ত ধারণার সৃষ্টি করে। বিজ্ঞানের প্রবন্ধ রচনার ক্ষেত্রে এই রীতি বর্জনীয়। সাধারণের মধ্যে বিজ্ঞান-প্রচারই যেখানে উদ্দেশ্য, সেখানে সহজ ও সরল ভাষার রূপক, অলঙ্কার প্রভৃতি বর্জ্য। বর্জন করিয়া প্রবন্ধ রচনাই বাঞ্ছনীয়। বিদেশী প্রবন্ধাদির বাংলা অনুবাদ করিলেই একটি বাংলা বিজ্ঞান-প্রবন্ধ রচিত হইল বলা যায় না। দেখিতে হইবে, বাহাদুরের উদ্দেশ্যে এই রচনা, তাঁহার তাহা সঠিক বৃত্তিতে পরিবেশ কিনা। এই কষ্টসাধ্যেরই 'জ্ঞান ও বিজ্ঞানে' প্রকাশিতব্য প্রবন্ধগুলি নির্বাচিত হওয়া প্রয়োজন। 23 বৎসর পূর্বে বাংলা ভাষায় বিজ্ঞান লেখকের সংখ্যা বাহা ছিল—আজ তাহা অনেক বৃদ্ধি পাইয়াছে। ইহার জন্ত 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' কিছু কৃতিত্ব দাবী করিতে পারে। সাধারণ পাঠক-সমাজ যে বহুল পরিমাণে বিজ্ঞানমুখী হইয়াছেন, তাহা আর একটি ঘটনার প্রকাশ। বর্তমানে প্রায় সমস্ত সাময়িক পত্রিকাতেই নিয়মিত বিজ্ঞান-বিষয়ক প্রবন্ধাদি প্রকাশিত হইয়া থাকে। কলিকাতার আকাশবাণীর কর্তৃপক্ষও বিজ্ঞানবিষয়ক অঙ্কটানের প্রবর্তন করিয়াছেন। বিভিন্ন পত্র-পত্রিকায় বাহারা বিজ্ঞানবিষয়ক প্রবন্ধাদি লেখেন, তাঁহার্য্য যদি একটি সুনির্দিষ্ট রচনারীতি অনুসরণ করেন, তবে সাধারণ পাঠকসমাজের পক্ষে খুবই

সুবিধা হইবে বলিয়া আশা করা যায়। রচনারীতি বলিতে টাইলারের কথা হইতেছে না, কারণ টাইলার লেখকমাত্রেই স্বতন্ত্র। আমরা এই কথাই বলিতে চাই যে, একই পরিভাষা, একই বানান সকলের ব্যবহার করা উচিত এবং সাধারণ শিক্ষিত যাত্রণও বাহাতে বিষয়টি বৃত্তিতে পারেন—সেইরূপ ভাবে স্ত্রী পত্রবিভাগ করাই সমীচীন। 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' বর্ধাসমূহ এই রীতি অনুসরণ করিয়া চলিতেছে।

বিজ্ঞানের চরম তত্ত্ব অবশ্যই জানাঘেরীর পক্ষে সূচ্যবান। কিন্তু সাধারণ মাত্রের আগ্রহ সেই সকল বিষয়ে, বাহা তাহাদের জীবনবাহার সহিত ওতপ্রোতভাবে জড়িত। কৃষি, সেচ, মৎস্য, পশু-পক্ষী পালন ও প্রজনন, ব্যাধি ও তাহার প্রতিকার, খাদ্য, বিভিন্ন শিল্প-বিজ্ঞান ইত্যাদি সংক্রান্ত বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব ও তথ্যের প্রচার জন-সাধারণের মধ্যে যথেষ্ট আগ্রহের সঞ্চার করিবে। এই সকল বিষয়ে বাহারা অভিজ্ঞ, তাহাদের নিকট হইতে প্রবন্ধাদি পাইবার জন্ত আমরা সাদর আমন্ত্রণ জানাইতেছি। এতদ্ব্যতীত ভ্রমণকাহিনী, প্রকৃতি-পর্ববেক্ষণ এবং কলকারখানা ও শিল্প-প্রতিষ্ঠান প্রভৃতির পরিদর্শনলব্ধ বিষয়াদি একাধে আমরা সততই আগ্রহী। এই সকল বিষয়ে অভিজ্ঞ ব্যক্তিগণ যদি আকর্ষণীয় চিত্র ও নক্সার সাহায্যে প্রবন্ধাদি পরিবেশনে অধিকতর মনোযোগী হন, তাহা হইলে পত্রিকাটির গুরুত্ব যথেষ্ট বৃদ্ধি পাইবে।

কিশোর বয়স হইতেই বাহাতে ছেলেমেয়েরা বিজ্ঞানের প্রতি অল্পস্বত্ব হয়, সেই উদ্দেশ্যে প্রায় প্রথম হইতেই 'কিশোর বিজ্ঞানীর দপ্তর' খোলা হইয়াছে। এই বিভাগে প্রকাশিত প্রবন্ধাদি কিশোর-কিশোরীদের মধ্যে অত্যন্ত আগ্রহের সৃষ্টি করিয়াছে জানিয়া আমরা উৎসাহ বোধ করিতেছি। ছোটদের উপযোগী করিয়া বিজ্ঞানের নানা বিষয়ে প্রবন্ধাদি এই বিভাগে প্রকাশিত হইয়া থাকে। ছোটদের জন্ত লেখা বলিয়াই

কাজটির গুরুত্ব অসূরপ্রসারী। ইউরোপ, আমেরিকা প্রভৃতি দেশে ছোটদের জন্য বাঁহারা বিজ্ঞানের পুস্তক লেখেন, তাঁহাদের মধ্যে অনেক খ্যাতি-নামা বিজ্ঞানীও রহিয়াছেন। আমাদের দেশে এই দৃষ্টান্ত বতাই অল্পস্বত হইবে; ততই আমাদের কল্যাণ হইবে।

‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’ পত্রিকার উন্নতিকল্পে পাঠক-গণের সূচিস্থিত অভিমত জানিতে পারিলে আমরা বাধিত হইব।

পরিশেষে ‘জ্ঞান ও বিজ্ঞানের’ শুভার্থীদের আগ্রহ ও উদার পৃষ্ঠপোষকতার পত্রিকাটির অব্যাহত জয়যাত্রা কামনা করি।

অযোনি প্রজনন—ক্লোনিং

পার্থসারথি চক্রবর্তী*

সাধারণতঃ নিম্নস্তরের প্রাণী, যেমন—অ্যামিবা, হাইড্রা ও বিভিন্ন জীবাণু প্রভৃতি অযোনি প্রজননের সাহায্যে বংশবৃদ্ধি করে থাকে। অবশ্য কোন কোন ক্ষেত্রে নিম্নস্তরের প্রাণীরা যৌন ও অযোনি উভয় রকমেই বংশবৃদ্ধি করে। উন্নত ধরনের প্রাণীরা সর্বদা যৌন প্রজননের দ্বারাই সন্তান সৃষ্টি করে। এক্ষেত্রে জী-পুরুষের মিলন অপরিহার্য এবং সৃষ্টির আদিম কাল থেকে আজ পর্যন্ত তারা যৌন মিলনের সহায়তায়ই বংশবৃদ্ধি করে আসছে।

সম্প্রতি বিজ্ঞানীরা দীর্ঘ দিনের গবেষণার ফলে এক নতুন চমকপ্রদ সিদ্ধান্তে উপনীত হয়েছেন। তাঁরা মনে করেন যে, কয়েক বছরের মধ্যেই অযোনি প্রজননের সাহায্যে মানুষ তৈরি করতে পারবেন। এই প্রক্রিয়ার কোনও নারী নিজেই তার সন্তান সৃষ্টি করতে পারবে এবং এর ফলে পুরুষের কোন প্রয়োজন হবে না। অযোনি প্রজননের দ্বারা বংশবৃদ্ধির নাম দিয়েছেন তাঁরা ক্লোনিং (Cloning)।

যৌন প্রজনন—নারীর ডিম্বাণুর নিউক্লিয়াসের সঙ্গে পুরুষের শুক্রাণুর নিউক্লিয়াসের সংযোগের ফলে যে নতুন প্রাণের সঞ্চার হয়, তাকেই আমরা যৌন প্রজনন বলে থাকি। বিভিন্ন যৌন

নারীর ডিম্বাণু এবং পুরুষের শুক্রাণু উৎপন্ন করে। মানুষ এবং অন্যান্য জীব-জন্তু এই যৌন উপায়েই সন্তান সৃষ্টি করে থাকে। একই জীবের ভিতর যখন নারীর ডিম্বাণু এবং পুরুষের শুক্রাণু সৃষ্টির যৌনাদ থাকে, তখন তাকে বলা হয় হার্মাক্রোডাইট। হার্মাক্রোডাইট কেঁচো প্রভৃতি নিম্নস্তরের প্রাণীর মধ্যে দেখা যায়। শুক্রাণু এবং ডিম্বাণু যথাক্রমে বিভিন্ন পুরুষ এবং নারীর দেহে অথবা একই জীবের মধ্যে অবস্থান করুক না কেন, সব সময়ে তাদের মিলনকে আমরা যৌন প্রজনন বলি। টেক্সট টিউবে যে মানব-সন্তান জন্মগ্রহণ করতে চলেছে, সেটিও যৌন প্রজনন অর্থাৎ শুক্রাণু এবং ডিম্বাণুর মিলনের ফল।

অযোনি প্রজনন—অযোনি প্রজননের ক্ষেত্রে নতুন প্রাণ সৃষ্টির জন্যে দুটি নিউক্লিয়াসের সংযোগের প্রয়োজন হয় না। অযোনি প্রজননের প্রধান উদাহরণ হলো অ্যামিবা। অ্যামিবার দেহে আছে কেবলমাত্র একটি নিউক্লিয়াস। প্রজননের সময় এই নিউক্লিয়াসটি দু-ভাগে ভাগ হয়ে দুটি নতুন

* রসায়ন বিভাগ, ককনগর সরকারী কলেজ;
ককনগর, নদীয়া।

কোষের সৃষ্টি করে। বয়স্ক সন্তান জন্মগ্রহণের ব্যাপারটিকেও আমরা অর্বোদ প্রজনন বলতে পারি। পুরুষের শুক্রাণু এবং নারীর ডিম্বাণুর মিলনের ফলে যে নতুন Zygote-এর সৃষ্টি হয়, সেটি আবার দু-ভাগে বিভক্ত হয়ে দুটি কোষ উৎপন্ন করে। ঘটনাটি অনেকটা অ্যামিবার প্রজনন-প্রক্রিয়ার মত। এই কোষ দুটি নিজেরা আবার আলাদা আলাদাভাবে বিভাজিত হতে থাকে এবং তার ফলেই দুটি নতুন প্রাণের উৎপত্তি হয়। বয়স্ক সন্তানের সৃষ্টিকে অর্বোদ প্রজনন বললেও এর মূলে কিন্তু রয়েছে বোঁদ প্রজনন; অর্থাৎ এর প্রথমেই হয়েছে পুরুষের শুক্রাণু এবং নারীর ডিম্বাণুর মিলন। শুক্রাণু এবং ডিম্বাণুর মিলন ছাড়া মানব-শিশুর জন্ম সম্ভব কিনা, সে বিষয়ে বিজ্ঞানীরা বহুদিন ধরে চিন্তা করে আসছেন। সম্প্রতি তাঁরা বলেছেন যে, ভবিষ্যতে এমন মানব-শিশু তৈরি করা সম্ভব হবে, যার মা-বাবা হবে মাত্র একজন; অর্থাৎ কোনও পুরুষ অথবা নারীর সাহায্যে সন্তান সৃষ্টি করা যাবে এবং সেই সন্তান হবে তার মা অথবা বাবার অনুরূপ বয়স্ক। এই প্রক্রিয়াকে বলা হয় ক্লোনিং। ক্লোনিং প্রক্রিয়ার একজন নারী ডিম্বাণু এবং শুক্রাণুর মিলন ছাড়াই গর্ভে সন্তান ধারণ করতে পারবে। বিখ্যাত মাইক্রোবায়োলজিষ্ট অধ্যাপক কিম্বল আটুট মনে করেন যে, ক্লোনিং-এর সাহায্যে মানব-সন্তান সৃষ্টির ঘটনা যে কোনও মুহূর্তেই ঘটতে পারে।

অর্বোদ প্রজনন বা ক্লোনিং—আমরা জানি, দেহে সাধারণতঃ দু-রকমের কোষ থাকে। এরা হচ্ছে দেহকোষ ও বোনকোষ। দেহকোষের মধ্যে থাকে ছেচলিপিট কোমোসোম। আর বোনকোষের মধ্যে থাকে ডেইশটি কোমোসোম অর্থাৎ দেহকোষের কোমোসোমের ঠিক অর্ধেক। কোমোসোম হলো বংশাবৃত্তিকমিক চরিত্র সংবাহক। বোন মিলনের সময় শুক্রাণুর ডেইশটি কোমো-

সোম এবং ডিম্বাণুর ডেইশটি কোমোসোম মিলে যে নতুন দেহকোষ গঠন করে, তার মধ্যে তখন ছেচলিপিট কোমোসোমই থাকে।

মায়ূবের ডিম্ব কোষ দেখতে খুব ছোট। এর আকার প্রায় 0.25 সেন্টিমিটার। এই ডিম্বকোষের সঙ্গে মুরগীর ডিমের সাদৃশ্য দেখা যায়। ডিম্বকোষের নিউক্লিয়াসটি দেখতে অনেকটা মুরগীর ডিমের কুসুমের মত। নিউক্লিয়াসের চারদিকের পরিধার বস্তুটিকে বলা হয় সাইটোপ্লাজম। সাইটোপ্লাজমকে মুরগীর ডিমের সাদা অংশের সঙ্গে তুলনা করা যায়। জীনগুলি কোমোসোমের মধ্যে থাকার সাইটোপ্লাজম জীনের গঠন-প্রণালীতে (Make-up) কোন সাহায্যই করে না। এর কাজ হলো শুধুমাত্র নিউক্লিয়াসকে রক্ষা ও পরিপুষ্ট করা।

বর্তমানে সাইটোপ্লাজমের আরও একটি গুরুত্বপূর্ণ কাজের কথা জানা গেছে। সাইটোপ্লাজম কোষের নিয়ন্ত্রণ-স্থান হিসাবে কাজ করে এবং নিউক্লিয়াসকে বলে দেয় কখন বিভাজিত হতে হবে। বর্তমান পর্যন্ত ডিম্বকোষে ডেইশটি কোমোসোম থাকে, ততক্ষণ সাইটোপ্লাজম কিছুই করে না। কিন্তু যেই মাত্র শুক্রাণু ডিম্বকোষের সাইটোপ্লাজমের ভিতর দিয়ে গাঁতের গিরে নিউক্লিয়াসে প্রবেশ করে—সঙ্গে সঙ্গে সাইটোপ্লাজম ডিম্বাণুর নিউক্লিয়াসকে বার্তা পাঠিয়ে বিভাজিত হবার জন্তে সচেষ্ট করে দেয়। সাইটোপ্লাজমের বার্তাটি কতকটা এই রকম: “তুমি এখন নিষিক্ত ডিম্বকোষ, আর তোমার মধ্যেও রয়েছে এখন ছেচলিপিট কোমোসোম। অতএব তুমি একুনি বিভাজিত হয়ে নতুন জীবনের সৃষ্টি কর।” আশ্চর্যের বিষয়, সঙ্গে সঙ্গে নিষিক্ত ডিম্বকোষটি কোটি কোটি ভাগে বিভাজিত হতে আরম্ভ করে। এইভাবে বিভাজিত হবার ফলে আরও নতুন নতুন কোষের সৃষ্টি হতে থাকে এবং ক্রমে পরিপূর্ণ মানব সন্তানের জন্ম হয়।

মাছের শরীরের এই অগণিত দেহকোষ-গুলিতে বংশপরম্পরায় সমানভাবে একটি ক্রিয়ব থাকে। সেটা হচ্ছে জননশীল ডিম্বকোষ। দেহকোষগুলির স্বজন-কমতা কিছুটা সীমিত। এদের কেউ কেউ বৃদ্ধ, কেউ কেউ দাঁত আবার কেউ কেউ চুল ইত্যাদি তৈরি করতে লেগে যায়। প্রত্যেক দেহকোষের ভিতর নতুন সৃষ্টির জন্যে প্রয়োজনীয় পূর্ণসংখ্যক ক্রোমোসোম রয়েছে—কিন্তু জীবন সৃষ্টির জন্যে এদের সবটাই কাজে লাগে না। যেকোনো কোষের ছেচলিখটি ক্রোমোসোমের উপকরণ-গুলি একমাত্র স্বকৃষ্টি ছাড়া অন্য কোনও কাজেই আসে না। সুতরাং বেশীর ভাগ কোষই এক হিসাবে নষ্ট হয় বলা যেতে পারে।

বহুদিন ধরে বিজ্ঞানীরা চিন্তা করছিলেন যে, শরীরের কোনও অংশ থেকে একটি দেহকোষকে তুলে নিয়ে সেই কোষটিকে যদি বিভাজিত করতে পারা যায়, তাহলে যৌন মিলনের আর দরকারই হবে না—কেন না, দেহকোষের ভিতর প্রয়োজনীয় ছেচলিখটি ক্রোমোসোমই রয়েছে। আপাতদৃষ্টিতে এটা অবাস্তব বলে মনে হলেও তত্ত্বের দিক থেকে মোটেই অবাস্তব নয়। কিছুদিন আগে কর্নেল বিশ্ববিদ্যালয়ের অধ্যাপক ইয়ার্ড এটা সম্ভব করেছেন। তিনি একটি গাছের গাছের দেহ থেকে অনিবিষ্ট একটি দেহকোষ তুলে নিয়ে সেটিকে নারিকেল ছবের ত্রণের মধ্যে পরিপুষ্ট করতে লাগলেন। এই ত্রণের ভিতর পরাগ-সংযোগ হয়েছে মনে করে কোষটি বিভাজিত হতে থাকে। এই ভাবে কর্নেল বিশ্ববিদ্যালয়ের বিজ্ঞানীরা গাছের গাছের সামান্য একটি দেহকোষ থেকে ফুল, শিকড় ও বীজসমেত সম্পূর্ণ একটি গাছ উৎপাদনে সক্ষম হন।

সম্প্রতি অক্সফোর্ড বিশ্ববিদ্যালয়ের ডক্টর জে. বি. গার্ডন জীব-জগতে ক্রোনিং-এর প্রচলন করে সুপ্রসিদ্ধ হয়েছেন। ডক্টর গার্ডন অযোন প্রজননের সাহায্যে একটি আফ্রিকান ব্যাং তৈরি করেছেন।

তার পদ্ধতিটা যোঁটানুটি এই রকম : তিনি ব্যাঙের শরীর থেকে একটি অনিবিষ্ট ডিম্বকোষ সংগ্রহ করে তার নিউক্লিয়াসকে আল্ট্রাভায়োলট রশ্মির সাহায্যে নষ্ট করে দেন। তারপর অন্য একটি ব্যাঙের দেহ থেকে সংগ্রহ করেন একটি দেহকোষ। এটির নিউক্লিয়াসকেও শক্তিশালী মাইক্রোস্কোপের সাহায্যে অস্ত্রোপচারে বের করে নেন। এবারে তিনি অস্ত্রোপচার করে বের-করা দেহকোষের নিউক্লিয়াসটিকে (যার ভিতর ৪৬টি ক্রোমোসোম রয়েছে) ডিম্বকোষের মধ্যে রোপণ করেন।

এই ভাবে ডিম্বকোষের সাইটোপ্লাজমকে খানিকটা বেন বিভ্রান্ত করে দেওয়া হলো এবং তার নিউক্লিয়াসে ৪৬টি ক্রোমোসোম দেখে সম্ভবতঃ সে মনে করলো জ্ঞান সৃষ্টি হয়েছে। সঙ্গে সঙ্গে সে বিভাজিত হতে আরম্ভ করলো এবং অবশেষে একটি পূর্ণাঙ্গ রূপ নিল। ডক্টর গার্ডন লক্ষ্য করেন যে, ক্রোনিং-এর সাহায্যে উৎপন্ন প্রাণীটির চেহারা, বার কাছ থেকে দেহকোষ নেওয়া হয়েছে, তার অনুরূপ হয়েছে। ডিম্বকোষ নেওয়া হয়েছে যার নিকট থেকে, তার বংশধারা এবং আকৃতির কোনও কিছুই সে পায় নি। ডিম্বকোষের সাইটোপ্লাজম কেবলমাত্র জ্ঞানের পরিপূষ্টির সহায়তা করে থাকে।

ক্রোনিং—মানুষের ক্ষেত্রে—যদিও মানব সৃষ্টির ক্ষেত্রে ক্রোনিং-এর প্রচলন করা কঠিনসাধ্য ব্যাপার, তথাপি এর তথ্যসমৃদ্ধ সম্ভাবনাকে একেবারে উড়িয়ে দেওয়া যায় না। উন্নত ধরণের গরুর শরীর থেকে ডিম্বকোষ বের করে নিয়ে সেই ডিম্বকোষকে অল্পমাত্রা ধরণের গরুর জরায়ুর মধ্যে প্রবেশ করিয়ে কৃত্রিম উপায়ে তাল জাতের শুক্রাণুর সঙ্গে সেই ডিম্বকোষের মিলন ঘটিয়ে অনেক উন্নত ধরণের গরু তৈরি করা সম্ভব। বর্তমানে এই পদ্ধতি মানুষের ক্ষেত্রে প্রচলন করবার চেষ্টা চলছে, যাতে বহুটা নারীরা সম্মান লাভ করতে পারেন।

আগেই বলা হয়েছে, ক্লোনিং-এর সাহায্যে মানব সৃষ্টি হলে তার চেহারা হবে পুরুষ অথবা স্ত্রীর অবিকল বয়স্কের মত। একজন অতি বড় দার্শনিক, বিজ্ঞানী, সাহিত্যিক অথবা রাজনীতিক—যে কোনও মানুষের শরীর থেকে 100টি দেহকোষ নেওয়া হলো, যার প্রত্যেকটির মধ্যে 46টি ক্রোমোসোম আছে। ধরা বাক, বাহ থেকে এই দেহকোষ এমনভাবে নেওয়া হলো যে, তিনি সামান্য আঁচড়টিও টের পেলেন না। এর পর যথারীতি অস্ত্রোপচার করে নিউক্লিয়াসকে সরিয়ে নেওয়া হলো। এবার 100টি ডিম্বকোষ একই স্ত্রীলোক অথবা 100টি বিভিন্ন স্ত্রীলোকের কাছ থেকে নিয়ে তাদের নিউক্লিয়াসকে আলট্রাভায়োলিট রশ্মি দিয়ে নষ্ট করে তার মধ্যে দেহকোষের নিউক্লিয়াসকে প্রবেশ করানো হলো। পরে কৃত্রিম inovaluation-এর দ্বারা এই নতুন 100টি কোষকে 100টি বিভিন্ন স্ত্রীলোকের শরীরে

প্রবেশ করানো গেল। একেজের যে স্ত্রীলোকটির দেহ থেকে ডিম্বকোষ নেওয়া হয়েছে inovaluation-এর নতুন কোষটি অথবা অল্প নতুন কোষ তার শরীরের মধ্যে দেওয়া যেতে পারে। ক্লোনিং-এর সবচেয়ে মজার ব্যাপার হচ্ছে এই যে, দেহকোষ কেবলমাত্র পুরুষের শরীর থেকেই নয়, স্ত্রীলোকও দেহকোষ দান করতে পারেন—সেই সঙ্গে ডিম্বকোষও। এখানে Clonal offspring হবে দেহকোষ দানকারী অর্থাৎ নারীর হুবহু বয়স্ক। তাই যদি হয়, তবে প্রজননের ক্ষেত্রে পুরুষের আর প্রয়োজনই হবে না। ব্যাপারটা কেবল মজারই নয়—ভাববারও বটে। ক্লোনিং-এর সাহায্যে একজন ধোরানা থেকে ভবিষ্যতে হাজার হাজার ধোরানার সৃষ্টি হবে। একজন জেরোম অথবা চ্যাপ্লিন থেকে হাজার হাজার জেরোম অথবা চ্যাপ্লিনের সৃষ্টি হবে।

বিদ্যুৎ-শক্তি উৎপাদন কেন্দ্র—ওবরা

শ্রীকমল লন্দী

দশ বছর আগেও উত্তর প্রদেশে মীর্জাপুর জেলার ওবরা ছিল একটা অখ্যাত গওগ্রাম। কে ভেবেছিল যে, এই গওগ্রামে আজ প্রায় 25000 লোকের একটা কর্মব্যস্ত শহর হয়ে উঠবে। শহরের এই প্রাণচাকলা কিন্তু সম্বন্ধনির্ভিত একটা তাপ-বিদ্যুৎ কেন্দ্রকে ঘিরে। সেই তাপ-বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র লম্বা ছ-একটা কথা বলছি।

তৃতীয় পাঁচশালা পরিকল্পনার ওবরাতে তিনটি বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র স্থাপনের কথা ছিল। পরিকল্পনা অনুযায়ী মূল তাপ-বিদ্যুৎ কেন্দ্রে 250 মেগাওয়াট, তাপ-বিদ্যুৎ কেন্দ্র সম্প্রসারণ প্রকল্পে আরও 300 মেগাওয়াট ও জল-বিদ্যুৎ কেন্দ্রে 99

মেগাওয়াট বিদ্যুৎ-শক্তি উৎপন্ন হবার কথা। এদের মধ্যে মূল তাপ-বিদ্যুৎ কেন্দ্রে গত দু-বছর ধরে বিদ্যুৎ-শক্তি উৎপাদন শুরু হয়েছে। এখানে পাঁচটি 50 মেগাওয়াট শক্তিসম্পন্ন ইউনিটের মধ্যে চারটি পূর্ণাঙ্গনে কাজ করছে। আশা করা যায়, এই বছরে পঞ্চম ইউনিটটিও চালু হবে। এই পাঁচটি ইউনিট চালু হলে বছরে প্রায় 1533 বিলিয়ন কিলোওয়াট-ঘণ্টা বিদ্যুৎ-শক্তি উৎপাদন সম্ভব হবে। এই পরিমাণ বিদ্যুৎ-শক্তি দিয়ে কানপুরের দশটি বড় শহরের চাহিদা মেটানো সম্ভব। স্বাধীনতা প্রাপ্তির সময়ে উত্তর প্রদেশে উৎপন্ন যেটি বিদ্যুৎ-শক্তির এটা বিত্তন।

১৯৫৯ সালের সেপ্টেম্বরে রাশিয়া থেকে এই প্রকল্পের জন্তে ১৭৮.৫৮ কোটি টাকা ঋণ পাওয়া গেলে প্রাথমিক কার্যে হস্তক্ষেপ করা হয়। পাঁচ বছরের মধ্যে ১৯৬৪ সালেই প্রয়োজনীয় নতুন রেলপথ, সেতু ও সড়ক নির্মাণের কাজ সম্পূর্ণ হয়। উত্তর প্রদেশ বিদ্যুৎ-সংস্থা ও সোভিয়েট বাণিজ্য-সংস্থা 'Technoprom export'-এর সঙ্গে ১৯৬৪ সালে বিদ্যুৎ কেন্দ্রের যন্ত্রপাতি ও কারিগরী শিক্ষা আদান-প্রদান সম্পর্কিত ১৩.৬ কোটি টাকার এক চুক্তি সম্পাদিত হয় এবং ১৯৬৬ সালের মাঝামাঝি কাজ শুরু হয়। ১৯৬৭ সালের জুন মাসে ৫০ মেগাওয়াট বিদ্যুৎ-শক্তি উৎপাদন ক্ষমতাসম্পন্ন প্রথম ইউনিটটি চালু হয়। দ্বিতীয় ইউনিটটি চালু হয় ১৯৬৯ সালের ফেব্রুয়ারী মাসে এবং তৃতীয়টি চালু হয় সেই বছরের অগাস্ট মাসে। উত্তর প্রদেশের রাজ্যপাল ডক্টর বি. গোপাল রেড্ডি সেই বছরের ডিসেম্বর মাসে আনুষ্ঠানিকভাবে উদ্বোধন করবার ছয় মাস পরে (জুন, ১৯৬৯ সালে) চতুর্থ ইউনিটটিও চালু হয়। আশা করা যাচ্ছে, আনুমানিক ৪১ কোটি টাকার এই প্রকল্পটি এই বছরের শেষে সম্পূর্ণ হবে এবং পাঁচটি ইউনিটই একযোগে বিদ্যুৎ-শক্তি উৎপাদন শুরু করবে।

ইউনিটগুলি বেশ ভাল ভাবেই কাজ করছে। প্রথম ইউনিটটি প্রায় ১৪,০০০ ঘণ্টা কাজ করবার পর প্রথম মেরামতির প্রয়োজন হয়। দ্বিতীয় এবং তৃতীয় ইউনিটটিতেও প্রায় ৭,০০০ ঘণ্টা কাজ চলবার পর প্রথম মেরামতিতে হাত দেওয়া হয়। সাধারণতঃ ৬,০০০ ঘণ্টা একনাগাড়ে বিদ্যুৎ-শক্তি উৎপাদনের পর একবার করে সমস্ত যন্ত্রপাতি পুঙ্খানুপুঙ্খভাবে পরীক্ষা-নিরীক্ষার প্রয়োজন হয়। এক ঘণ্টা ধরে নির্ধিমে চলবার কারণ শুধু উন্নত মানের যন্ত্রপাতিই নয়, ইঞ্জিনার ও কারিগরদের নিষ্ঠা ও নৈপুণ্যও অনেকাংশে কৃতিত্বের দাবী রাখে।

ওসলে অবাক হতে হয় যে, এই প্রকল্প চালু

রাখবার জন্তে অভিজ্ঞতা সঞ্চয় ও কর্মকুশলতা (Technical know-how) শিকার তাগিদে কোন ভারতীয় বিশেষজ্ঞকে বিদেশে যেতে হয় নি। সোভিয়েট সাহায্য-প্রাপ্ত নেভেলি তাপ-বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রে ভারতীয় বিশেষজ্ঞ ও ইঞ্জিনিয়ারেরা সোভিয়েট বিশেষজ্ঞদের তত্ত্বাবধানে বিশেষ কারিগরী শিক্ষা গ্রহণ করেন। প্রকল্পটি রূপায়ণের সময় ৫০ জন সোভিয়েট বিশেষজ্ঞ কাজ করেছেন। এখন আছেন মাত্র ২৭ জন। তাঁদের মতে, নিজেদের প্রচেষ্টায় ভারত আরও বেশী উৎপাদন-ক্ষমতাসম্পন্ন বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র স্থাপনে সক্ষম। ওবরা বিদ্যুৎ-কেন্দ্রে নিত্যকার জালানী হিসাবে কয়লা খরচ হয় ৫০০০ টন এবং এই কয়লা আশে পাশেবর্তী মধ্যপ্রদেশের সিংগ্রাউলী কয়লা খনি থেকে।

ওবরা তাপ-বিদ্যুৎ কেন্দ্রের ৩০০ মেগাওয়াট সম্প্রসারণ প্রকল্পে টারবাইন ও জেনারেটর সরবরাহ হবে সোভিয়েট অর্থানুকূলে নির্মিত হরিদ্বারে ভারী বিদ্যুৎ-যন্ত্রপাতির কারখানা থেকে। এই প্রকল্প রূপায়ণের কাজ এখন পুরাদমে চলবে, তখন প্রতিদিন প্রায় ৮০০০ থেকে ১০০০০ শ্রমিকের প্রয়োজন হবে। সম্প্রসারণের দ্বিতীয় পর্যায়ে ২০০ মেগাওয়াট উৎপাদন শক্তিসম্পন্ন তিনটি ইউনিট ও চূড়ান্ত পর্যায়ে ২০০ মেগাওয়াট উৎপাদন ক্ষমতাসম্পন্ন পাঁচটি ইউনিট স্থাপনের পরিকল্পনা রয়েছে।

কর্মসংস্থানের দিক থেকেও এই প্রকল্পটি বিশেষভাবে সার্থক হয়েছে। এখন ক্রমতঃ গতিতে এই বিদ্যুৎ-উৎপাদন কেন্দ্রটিতে কাজ চলছিল, তখন দৈনিক প্রায় ৮,০০০ লোক কাজে নিযুক্ত ছিল। আর এই বিদ্যুৎ-কেন্দ্রে এখন প্রায় ২০০০ লোকের কর্মসংস্থান হয়েছে। তাছাড়া এই নতুন বিদ্যুৎ-উৎপাদন কেন্দ্র স্থাপনের সঙ্গে প্রচুর শিল্প ও বাণিজ্য সংস্থা গড়ে উঠেছে এবং লেখালেখ করেই কাজার লোকের কর্মসংস্থান হয়েছে।

উত্তর প্রদেশের দক্ষিণ-পূর্ব অঞ্চলে প্রভূত শিলোন্নয়নের দ্বারা খুলে দিয়েছে এই ওবরা বিদ্যুৎ-কেন্দ্র। এখানে প্রতি কিলোওয়াট-ঘণ্টা বিদ্যুৎ-শক্তি উৎপাদনে ব্যয় হয় 7 পয়সা এবং বিক্রয় করা হয় 8 পয়সায়। এত সস্তায় বিদ্যুৎ-শক্তি সরবরাহের ব্যবস্থা থাকার ওবরার নিকটবর্তী ডালা অঞ্চলে একটি নতুন সিমেন্ট কারখানাও গড়ে উঠেছে। আশা করা যায়, এই বছরেই সেখানে সিমেন্ট উৎপাদন শুরু হবে।

ওবরা বিদ্যুৎ-উৎপাদন কেন্দ্রের সম্প্রদায় প্রকল্পের সব কাজ সম্পূর্ণ হলে এটি ভারতের অন্যতম বৃহত্তম বিদ্যুৎ উৎপাদনকেন্দ্র হিসাবে পরিগণিত হবে। উত্তর-পূর্ব ভারতে বিদ্যুৎ-শক্তির ঘাটতি পূরণে ওবরার অবদান বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। শিল্প-বাণিজ্য ছাড়া সবুজ বিপ্লবের কাজও এতে সহায়িত হবে। ওবরা হয়তো শীঘ্রই উত্তর-প্রদেশে সূর্য্যর হাত থেকে মুক্তি পাবার উপায় হিসাবে গণ্য হবে।

ভারতীয় গ্রীক ও কুশাণ যুগের নগর-বিন্যাস

অবনীকুমার দে*

মৌর্য সাম্রাজ্যের পতনের এক-শ' বছরেরও পর ভারতবর্ষের উত্তর-পশ্চিম অঞ্চলে ভারতীয় গ্রীকদের যে সব উপনিবেশ গড়ে উঠেছিল, সেগুলি থেকে তদানীন্তন ভারতীয় গ্রীকদের নগর-বিন্যাসের রীতির বিষয় জানা যায়।

তক্ষশীলা—মহাভারতে বর্ণিত আছে—রাজা জনমেজয় এখানে সর্পবল্ল করেছিলেন। মৌর্য যুগে তক্ষশীলা মৌর্য সাম্রাজ্যের উত্তর-পশ্চিমাঞ্চলের রাজধানী ছিল। জাতকের যুগে অথবা মৌর্যদের অধিকারে আসবার পরেই বিশ্ববিদ্যালয় নগরী হিসাবে তক্ষশীলা প্রসিদ্ধি লাভ করেছিল। ভারতবর্ষের উত্তর-পশ্চিম সীমান্তে গান্ধার রাজ্যে অবস্থিত ছিল বলে তক্ষশীলার বিশ্ববিদ্যালয়ে গ্রীস, পারস্য, চীন প্রভৃতি দেশ থেকে বিদ্যার্থীরা অধ্যয়নের জন্তে আসতেন। প্রাচীন ভারতবর্ষের অনেক রাজা ও রাজকুমারেরা এই বিশ্ববিদ্যালয়ে বিদ্যাশিক্ষা করেছিলেন।

খ্রীষ্টপূর্ব দ্বিতীয় শতকের শেষের দিকে তক্ষশীলা ভারতীয় গ্রীক রাজাদের প্রশাসনিক কেন্দ্র ছিল। প্রকৃতভাষিকেরা এখানে যে কয়েকটি নগরী ও কীর্তি-

স্তম্ভের ধ্বংসাবশেষের নিদর্শন পেয়েছেন, তা থেকে ভারতীয় গ্রীক রাজাদের নগর-বিন্যাসে কুশলতার পরিচয় পাওয়া যায়।

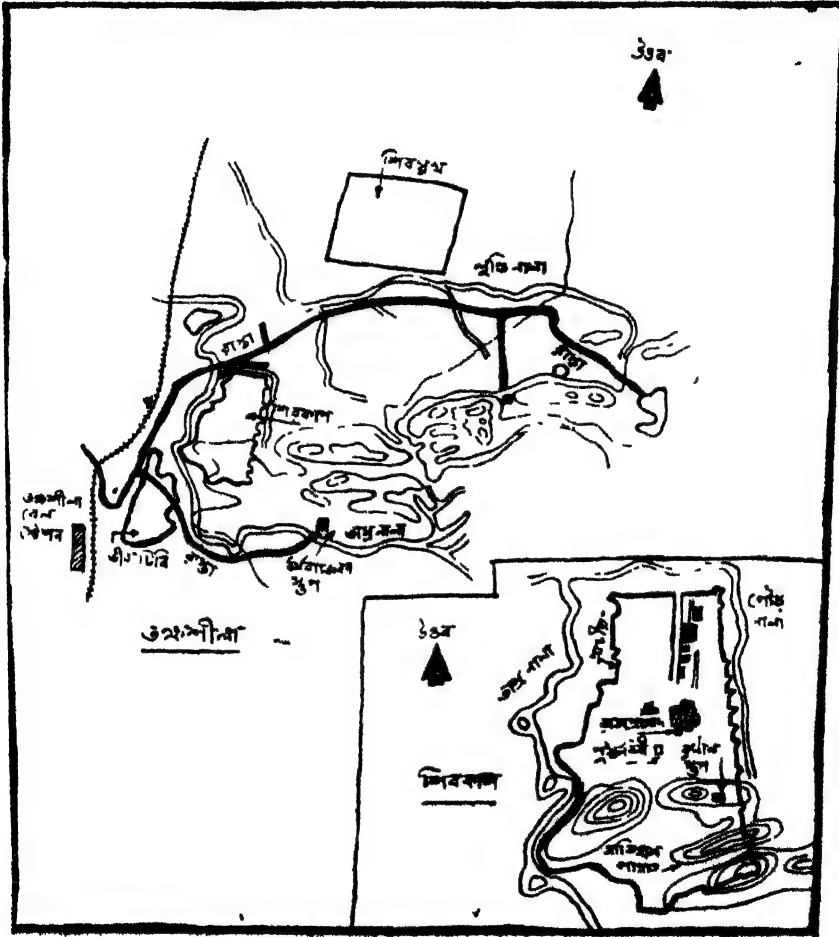
হিন্দুস্থান এবং মধ্য ও পশ্চিম এশিয়ার সংযোগকারী প্রধান বাণিজ্য-পথের দ্বারে তক্ষশীলা ছিল অবস্থিত। চারদিক পাহাড়ে বেষ্টিত থাকার স্থানটি ছিল অস্বিকৃত। কাছেই নদী থাকার সর্বদাই ভাল জল পাওয়া যেত। এখানকার মাটিও ছিল খুব উর্বর। এই সব কারণেই প্রাচীন কালে তক্ষশীলা খুব প্রসিদ্ধি লাভ করেছিল। বিশ্ববিদ্যালয় নগরীকে তখন বিদ্যাহান, বর্ষ বা বিহার বলা হতো। ছাত্র, আচার্য, পণ্ডিত ও পরিভ্রাজকেরা এখানে বাস করতেন।

এই মনোরম উপত্যকার 3½ বাইলের মধ্যে তিনটি প্রাচীন নগরীর ধ্বংসাবশেষ আছে। এগুলির মধ্যে সবচেয়ে দক্ষিণ দিকের নগরীটি 'ভীর ডিবি' নামে উহু জায়গায় অবস্থিত ছিল।

* নগর ও আঞ্চলিক পরিকল্পনা বিভাগ, বেঙ্গল ইঞ্জিনিয়ারিং কলেজ, শিবপুর।

এই টিবিটি ৬০ থেকে ৭০ ফুট উচ্চ এবং রেল স্টেশন ও তারনালার মাঝামাঝি জায়গায় অবস্থিত। এখন কেবলমাত্র প্রাচীন নগরীর প্রাচীরের নিদর্শন পাওয়া যায়, তাহাড়া নগরীর অন্ত কোন বিবরণ পাওয়া যায় না। খনন-কার্যের কালে যে সব রাস্তার নিদর্শন পাওয়া গেছে, তাথেকে মনে হয়

নাম শিরকাপ ও তৃতীয় নগরীটির নাম শিরহুথ। শেষের নগরীটি এই উপত্যকার উত্তর ও উত্তর-পশ্চিম দিকের মাঝামাঝি জায়গায় অবস্থিত ছিল। এই তিনটি নগরী কাহাকাহি হলেও বিচ্ছিন্নভাবে অবস্থিত ছিল। এথেকে মনে হয়—বিভিন্ন সময়ে রাজারা এই স্থানে নিজেদের স্বরক্ষিত বাসস্থান



তকশীলা, শিরকাপ ও শিরহুথ-এর নগর-বিজ্ঞানের মানচিত্র

যে, এই প্রাচীন নগরীর রাস্তাঘাটগুলি অনিরমিত-ভাবে বিস্তৃত ছিল। বৃষ্টপূর্ব দ্বিতীয় শতকে তীর টিবিব আরও উত্তর দিকে রাজধানী স্থানান্তরিত হয়েছিল। এখানকার দ্বিতীয় নগরীটির

তৈরি করেছিলেন। রাজার নিরাপত্তা ও শত্রুর আক্রমণ থেকে নগরী রক্ষার ব্যবস্থা, প্রধানতঃ এই দুটি বিষয় চিন্তা করেই নগর-বিজ্ঞানের ব্যবস্থা অঙ্কিত হয়েছিল। মনে হয়, ভারতীয় গ্রীক

রাজারা ভারতীয় জনসাধারণের কাছে বিশেষ প্রিয় ছিলেন না। সে অল্পে তাঁরা ছোট ছোট সুরক্ষিত নগরী তৈরি করে জনসাধারণের কাছ থেকে দূরে বাস করতেন। বাইরে থেকে শত্রুর আক্রমণ হলে জনসাধারণ অবশ্য এই নগরীগুলিতেই আশ্রয়কার জন্তে আশ্রয় গ্রহণ করতো।

শিরকাপ—এই নগরীর প্রাচীর প্রায় 18000 ফুট দীর্ঘ এবং 15 ফুট থেকে 21 ফুট 6 ইঞ্চি পর্যন্ত চওড়া ছিল। এই প্রাচীরের দেয়ালগুলির ভিতর ও বাইরের দিক ছোট ছোট পাথর দিয়ে তৈরি করা হয়েছিল। দেয়াল গাঁথবার জন্তে কোনও রকম মশলা ব্যবহার করা হয় নি। প্রাচীরের বাইরের দিকে অসমান দূরত্বে অবস্থিত ও প্রাচীর থেকে ঠেলে বের করা আয়তাকার চৌকন (Sloping buttress) দেওয়া ছিল। উত্তর-দক্ষিণ অভিমুখী একটি প্রধান রাস্তা নগরীর কেন্দ্রস্থল দিয়ে উত্তর-দক্ষিণে বিস্তৃত ছিল। এই রাস্তার শেষে উত্তর দিকের প্রাচীরে একটি দ্বার ছিল। মনে হয়, দক্ষিণ দিকের প্রাচীরে কোনও দ্বার ছিল না। খুব সম্ভব পূর্ব ও পশ্চিম দিকের প্রাচীরেও একটি করে দ্বার ছিল।

শহরের রাস্তাঘাট দাবার ছকের আকৃতিতে বিস্তৃত ছিল। নগরীর চারদিক দিয়ে একটি ও প্রাচীরের ভিতর দিকে একটি রাস্তা ছিল। আরও কয়েকটি প্রধান রাস্তা উত্তর থেকে দক্ষিণ দিকে অবস্থিত ছিল। উত্তর দিকের প্রাচীরের প্রধান দ্বার থেকে যে রাস্তা শুরু হয়েছিল, তার কাছে দ্বারের পশ্চিম দিকে ও প্রাচীরের ভিতর দিকে রাস্তার ধারে রক্ষীদের বাসের জন্তে একটানা অনেকগুলি ঘর ছিল। এরই কাছে ও রাস্তার অপর দিকে একটি চালু রাস্তার ধ্বংসাবশেষ আছে। এই চালু রাস্তা দিয়ে নগররক্ষীরা প্রাচীরের উপর ওঠা-নাকা করতো।

খনন-কার্য থেকে দেখা গেছে—প্রধান রাস্তা-জুড়ে 7 থেকে 10 গজ পর্যন্ত চওড়া ছিল এবং 35

থেকে 45 গজ অন্তর অন্তর অত্যন্ত ছোট ছোট রাস্তা সুসজ্জসভাবে বিস্তৃত ছিল।

উত্তর-দক্ষিণমুখী প্রধান রাস্তার দুই ধারে গৃহ-গুলি অবস্থিত ছিল। শহরের কেন্দ্রস্থলের কাছে দুটি প্রধান রাস্তার সংযোগস্থলে ঘনসন্নিবিষ্ট স্তূবহৎ অট্টালিকাশ্রেণী দেখে মনে হয়—এটিই ছিল রাজপ্রাসাদ। প্রাসাদের পশ্চিম দিক দিয়ে উত্তর-দক্ষিণমুখী প্রধান রাস্তা ও দক্ষিণ দিক দিয়ে পূর্ব-পশ্চিমমুখী প্রধান রাস্তা চলে গিয়েছিল। পূর্ব-পশ্চিমে রাজপ্রাসাদ ছিল 352 ফুট দীর্ঘ আর উত্তর-দক্ষিণে এর প্রশস্ততা ছিল 250 ফুট। শহরের কেন্দ্রস্থলে আকর্ষণীয় স্থান হিসাবে রাজপ্রাসাদ ও পৌর অট্টালিকাগুলি অবস্থিত ছিল।

রাজপ্রাসাদ—রাজপ্রাসাদের প্রধান প্রবেশদ্বার ছিল পশ্চিম দিকে চওড়া উত্তর-দক্ষিণাভিমুখী প্রধান রাস্তার ধারে। প্রাসাদের উত্তর দিকের অংশ মহিলাদের ব্যবহারের জন্তে নির্দিষ্ট ছিল। দক্ষিণ দিকের অংশে ছিল রাজার নিজস্ব বাসস্থান, খাস দরবার, হল ইত্যাদি এবং এরও দক্ষিণ দিকে ছিল প্রাঙ্গণ-বেষ্টিত রক্ষীদের ঘর। পূর্ব-পশ্চিমাভিমুখী প্রধান রাস্তার ধারে ছিল প্রাসাদের দক্ষিণ ও দক্ষিণ-পূর্ব অংশের প্রবেশদ্বার। এই অংশে ছিল স্তূবহৎ প্রাঙ্গণ ও জনসাধারণের জন্তে দরবার হল। এই অংশের উত্তরে ছিল উৎকৃষ্ট প্রাঙ্গণ-বেষ্টিত অতিথিশালা। প্রাসাদের ধ্বংসাবশেষ থেকে স্নানঘরের নালা ও জননিকাশের নর্দমার নিদর্শন পাওয়া গেছে।

গৃহ-বিভাগ—উত্তর-দক্ষিণাভিমুখী প্রধান রাস্তার দুই ধারে অবস্থিত বাড়ীগুলির মাঝে মাঝে ছিল আড়াআড়িভাবে বিস্তৃত কয়েকটি সড়ীর্ণ গলি। খনন-কার্য থেকে কয়েকটি বড় বাড়ীর নিদর্শন পাওয়া গেছে। এই বাড়ীগুলি বহিঃ ও ভিতর দিকের বিস্তৃত ছিল, তথাপি তাদের বিভাগ-রীতি অস্বাভাবিক একই রকমের ছিল। বিভাগের একক ছিল উৎকৃষ্ট ও চতুর্ভুজ চয়র বেষ্টিত ঘরগুলি

(চতুঃশালা)। গৃহবাসীদের প্রয়োজনমত একককে ছই, তিন, চার বা আরও বেশী বার পুনঃ পুনঃ সন্নিবেশ করা হতো। রাস্তার ধারের ছোট ছোট ঘরগুলি সাধারণতঃ দোকানঘর হিসাবে ব্যবহৃত হতো। বাড়ীগুলির বিস্তার থেকে মনে হয় যে, তখনকার দিনে একটি সাধারণ পরিবারের প্রয়োজনের চেয়ে অনেক বেশী বাসস্থান এই সব বাড়ীতে ছিল। সুতরাং এই থেকে অসুমান করা যেতে পারে যে, এখনকার দিনের ক্র্যাট বাড়ীর (Apartment house) মত একটি বাড়ীতে কয়েকটি পরিবার বাস করতো। সাধারণ বাড়ীগুলি সম্ভবতঃ একতলা ছিল।

নগর ও গৃহ-নির্মাণের রীতি—প্রত্নতাত্ত্বিক খনন-কার্য থেকে দেখা যায় যে, তাম্রনালায় পূর্ব দিকে শিরকাপ নগরী নির্মাণের আগে ভীরটিবির উপরে নির্মিত নগরী তিন বার ধ্বংসপ্রাপ্ত হয়েছিল এবং তিন বার ক্রমশঃ উঁচু করে আবার নির্মিত হয়েছিল। দ্বিতীয় নগরীর তিন জমির চার ফুট থেকে ছয় ফুট নীচে ছিল। তৃতীয় ও চতুর্থ নগরীর তিন বর্ষাক্রমে জমির নয় ফুট থেকে দশ ফুট এবং চৌদ্দ ফুট থেকে বোল ফুট নীচে ছিল।

ভীর টিবির নগরীর বাড়ীর দেয়াল কাঁচা ইট অথবা কাঁচা ও কাঠ দিয়ে তৈরি হয়েছিল। এগুলির এখন আর কোন চিহ্নই নেই। অস্ত্রান্ত দেয়াল বেশীর ভাগই চুনাপাথর ও কাঁকর দিয়ে তৈরি করা হয়েছিল। পাথরের তৈরি এই সব দেয়ালের উপর ভিতর ও বাইরের দিকে পুরু কাঁদার প্রাটার করা থাকতো। প্রাটারের উপর কখনও কখনও চুনকাম করা হতো। অবশ্য চুনের প্রাটারের কোন নিদর্শন মেলে না।

এই নগরীর প্রধান রাস্তা ছিল বরাবর উত্তর-দক্ষিণমুখী 'প্রথম রাস্তা'। এটি গড়ে 22 ফুট চওড়া ছিল। দ্বিতীয়, তৃতীয় এবং চতুর্থ রাস্তাগুলি ছিল আকাবীকা এবং 9 থেকে 17 ফুট

চওড়া। দুই সারি বাড়ীর মাঝামাঝি গলি অত্যন্ত সরু ছিল। এই সব গলি দিয়ে কোনও রকমে দু-জন লোক পাশাপাশি চলতে পারতো। নগরীর মাঝে মাঝে ছোট ছোট খোলা জায়গা ছেড়ে রাখা ছিল। প্রথম রাস্তার নীচে পূর্ববর্তী কালের কোনও রকম বাড়ীর সন্ধান মেলে না। প্রধান রাস্তার চেয়ে পাশের ছোট ছোট রাস্তা, গলি ও বাড়ীগুলি আরও উঁচুতে অবস্থিত ছিল। এই থেকে মনে হয় যে, বাড়ীগুলি ধ্বংস হয়ে যাবার পর আবার যখন তৈরি করা হতো, তখন আগেকার ধ্বংসপ্রাপ্ত বাড়ীর মাটির তৈরি সমতল ছাদ ও পাথরের দেয়ালের রাবিশ এবং পোড়া কাঠ ইত্যাদি অস্ত্র জায়গায় না সরিয়ে সেগুলি পিটিয়ে সমতল করে তার উপর নতুন বাড়ীর ভিত্তি তৈরি করা অপেক্ষাকৃত সহজ হতো। প্রধান রাস্তাটি নগরীর সকল অংশের সঙ্গে সংযুক্ত ছিল বলে এটিকে উঁচু করা হয় নি। কলে প্রধান রাস্তার আড়াআড়িভাবে বিস্তৃত অস্ত্রান্ত ছোট রাস্তা ও গলিগুলি পূর্ব ও পশ্চিম দিকে ক্রমশঃ ঝাড়াভাবে উঁচু হয়ে চলে যেত। এতে এক রকম সুবিধাও ছিল। বর্ষাকালে বাড়ী ও গলি থেকে বৃষ্টির জল ঢালু দিয়ে নেমে এসে প্রধান রাস্তায় নিকাশিত হতো। মনে হয়, প্রধান রাস্তাটিকে উঁচু না করবার এটাও একটা কারণ। রাস্তার মাঝে মাঝে ও নগরীর খোলা জায়গায় বাড়ীর জঞ্জাল ফেলবার জন্তে বড় বড় পাথর রাখা ছিল। নিয়মিতভাবে এই জঞ্জাল অপসারণ করবার বন্দোবস্ত ছিল।

যে সব রাস্তা দিয়ে চক্রবান চলাচল করতো, সেই সব রাস্তার ধারে অবস্থিত বাড়ীর কোণে পাথরের পিল্লা বসানো থাকতো। চলমান শকট ও রথের চাকা বাড়ীর কোণে লেগে বাতে কোনও ক্ষতি না করতে পারে, সে জন্তেই এই রকম ব্যবস্থা করা ছিল।

রাস্তাঘাটের মত ভীর টিবির নগরীর

বাড়ীগুলিও অনিয়মিতভাবে বিস্তৃত ছিল। পর-বর্তী কালের শিরকাপ নগরীর বাড়ীগুলি কিন্তু আরও সুনিয়মিতভাবে বিস্তৃত ছিল। খোলা উঠানের এক বা আরও বেশী দিকে ঘরগুলিকে সন্নিবেশিত করা হতো। অপেক্ষাকৃত ধনী লোকদের বাড়ীর নীচের তলার ঘরগুলি উপরের তলার ঘর থেকে অপেক্ষাকৃত ছোট ছিল। মনে হয় উপরের তলার অপেক্ষাকৃত বড় ঘরগুলিতে পরিবারের সকলে বাস করতো এবং নীচের তলার অপেক্ষাকৃত ছোট ঘরগুলি ক্রীতদাস ও পরিবারের পোষ্যবর্গের জন্যে নির্দিষ্ট ছিল।

প্রত্যেক বাড়ীর উঠানে একটি করে মলকুণ্ড বা soak-well ছিল। এই কুণ্ডে মল, মূত্র ইত্যাদি জমা হতো। মনে হয়, এই রকম বৃত্তাকার কুণ্ডের ব্যাস ছিল 2 ফুট 6 ইঞ্চি থেকে 3 ফুট এবং মাটির নীচে সেগুলির গভীরতা ছিল 15 থেকে 25 ফুট। কুণ্ডের ভিতরে দেয়াল ছিল না, তবে বাতে মাটি ধ্বসে ভিতরে না পড়ে, তার জন্যে ভিতরে মাটির তৈরি পাত্র উবুড় করে রেখে কুণ্ডের ভিতরটা ভর্তি করা হতো। এই পাত্রগুলির মধ্য দিয়ে ময়লা জল চুঁইয়ে পড়তো এবং নীচের মাটিতে শোষিত হতো। মাটির তৈরি মণ্ডলাকার অংশ দিয়ে তৈরি এই রকম কুণ্ডেরও নিদর্শন পাওয়া গেছে। বাড়ীর খোলা উঠান থেকে বৃষ্টির জল রাস্তার বেরিয়ে বাবার জন্যে খোলা ড্রেন তৈরি করা ছিল। দ্বিতীয় স্তরের নগরীর ধ্বংসাবশেষ থেকে দেখা যায় যে, কখনও কখনও স্নানঘরের মেঝে ও নর্দমার ধার বাঁধাবার জন্যে স্লেট পাথর ব্যবহার করা হয়েছে।

শিরকাপ নগরীর গৃহ নির্মাণের জন্যে প্রধানতঃ ইট ও পাথর ব্যবহার করা হতো। বাড়ীর দেয়াল এলোমেলোভাবে বসানো পাথর দিয়ে তৈরি। ত্রিকোণাকার পাথরও দেয়াল নির্মাণে ব্যবহার করা হতো। দেয়ালের বাইরে ও ভিতর দিকে কাদা বা চূনের প্রাচীর করা থাকতো।

প্রাচীরের উপর কখনও কখনও রং করা হতো। জানালা ও দরজা তৈরি করবার জন্যে কাঠ ব্যবহার করা হতো। কাদার তৈরি সমতল ছাদের তার বহন করবার জন্যে কাঠের খুঁটি ব্যবহার করা হতো।

বাবরখানা—শিরকাপ নগরীর উত্তর দিকের প্রাচীরের বাইরে ছিল একটি শহরতলী। এখন এটির নাম দেওরা হয়েছে বাবরখানা। এর চারদিকে কেবলমাত্র মাটির প্রাচীর ছিল। এই শহরতলীর পরিধি ছিল সওয়া এক মাইলেরও বেশী। এর পশ্চিম দিক ঘিরে ছিল তাম্রনালার বাক। প্রাচীরের উচ্চতা ছিল প্রায় 40 ফুট। চাকর প্রভৃতি নিয়ন্ত্রণের লোকেরা এখানে বাস করতো। সে সময়ে সাধারণতঃ নিয়ন্ত্রণের লোক-দের জন্যে শহরের বাইরে আলাদা বাসস্থান নির্দিষ্ট করা হতো।

শিরসুখ—তক্ষীলার তিনটি নগরীর মধ্যে সবচেয়ে পরবর্তী সময়ের নগরী ছিল শিরসুখ। কুষাণ যুগের এই নগরীটি সম্ভবতঃ রাজা কপিদের রাজত্বের সময় তৈরি হয়েছিল। শিরকাপের আরও উত্তর দিকে খোলা উপত্যকার এই নগরীটি অবস্থিত ছিল। সরু লুণ্ডিনালার পাশাপাশি নগরীর দক্ষিণ ও পূর্ব দিকের বস্তুর ধ্বংসাবশেষ দেখা যায়। নগরীটি খোলা জায়গায় অবস্থিত ছিল বলে এবং পাহাড়ের মত কোন রকম প্রাকৃতিক বাধা না থাকার এই নগরীর নির্মাতারা নগরীটিকে বাইরের আক্রমণ থেকে রক্ষা করবার জন্যে কৃত্রিম উপায়ের উপর আরও বেশী নির্ভরশীল হয়েছিলেন।

নগরীটির চারদিকে ছিল মজবুতভাবে তৈরি প্রাচীর। তীর হোড়বার জন্যে প্রাচীরে অনেক ছোট ছোট হিঁজ ছিল এবং প্রাচীরের মধ্যে 90 ফুট অন্তর অন্তর বাঁপা ও অর্ধবৃত্তাকার বহুতল-বিশিষ্ট বুক জড়িত। এই নগরীর প্রাচীরে আরও বেশী নির্মাণ-কৃশলতার পরিচয় পাওয়া যায়। প্রাচীর প্রায় 20 ফুট চওড়া ছিল। দেয়ালের ভিতরের দিক এলোমেলোভাবে বসানো পাথর

দিয়ে তৈরি ছিল এবং বাইরের দিকে সুন্দরভাবে বসানো ত্রিকোণাকার চূনাপাথর ব্যবহার করা হয়েছিল। প্রত্নতাত্ত্বিক খনন-কার্য থেকে এই নগরীর বিজ্ঞান ভাল ভাবে বোঝা যায় না, তবে মনে হয় নগরীটি ছিল আরতাকার।

এই নগরীর গৃহ-বিজ্ঞানের রীতি অল্প নগরী দুটির মত একই রকমের ছিল। উল্লুক চত্বরের চারদিকে ঘরগুলি বিস্তৃত থাকতো। খনন-কার্য থেকে যে কয়টি বাড়ীর সন্ধান পাওয়া গেছে, তা থেকে দেখা যায় যে, চত্বরসংলগ্ন এই ঘরগুলিতে কোন ঘরজা ছিল না। হয়তো এই ঘরগুলি মাটির নীচে ছিল এবং গরমকালে থাকবার জন্মে ব্যবহৃত হতো। এই ধারণা খুব যুক্তিসঙ্গত নাও হতে পারে। গ্রীষ্মকালে ব্যবহারের জন্মে যখন দু-একটি ঘর মাটির নীচে থাকলেই যথেষ্ট হতে পারে, তখন সবগুলি ঘরসম্মত সারা বাড়ীটি মাটির নীচে তৈরি করবার কোনও সঙ্গত কারণ খুঁজে পাওয়া যায় না।

তক্ষশীলার ঐতিহাসিক বিবরণ—বহু প্রাচীন কাল থেকেই তক্ষশীলা ঐখর্বশালী নগরী ছিল। যুগ যুগ ধরে বালি ও পলিমাটি পড়ায়, ধরপ্রোতা ছোট ছোট নদীগুলি তাদের তীর ভেঙ্গে দেওয়ার এবং এখানে ছোট ছোট গ্রাম গড়ে ওঠবার জন্মে এই অঞ্চলে খনন করে প্রাচীন নগরীর স্থানগুলি উদ্ধার করবার কাজ প্রত্নতাত্ত্বিকদের পক্ষে খুবই কঠিন হয়েছে। খৃষ্টপূর্ব ষষ্ঠ শতকের পরবর্তী অংশে হিন্দুকুশ দিয়ে পেশোয়ারের সমতলভূমি পর্যন্ত বিস্তৃত পারস্ত সাম্রাজ্যের অন্তর্ভুক্ত ছিল তক্ষশীলা। এখন দরায়ুস এই রাজ্যকে গান্ধার নামে অভিহিত করেছিলেন। এই অঞ্চলের নদীগুলি এখন যে পথে প্রবাহিত হচ্ছে, তখনকার সময়ে সেগুলির গতিপথ সম্পূর্ণ আলাদা ছিল এবং এটা অনুমান করা খুবই যুক্তিসঙ্গত হবে যে, এখন এই অঞ্চলে যেখানে বিস্তীর্ণ বরফভূমি রয়েছে, সেই সময়ে সেই অঞ্চল জনবহুল ও ঐখর্বশালী ছিল। ঠিক কোন কোন সময়

পর্যন্ত এই অঞ্চল পারস্তের কর্তৃত্বাধীনে ছিল, তা জানা যায় না। প্রায় ৩২৬ খৃষ্টপূর্বাব্দে আলেক-জান্ডার সৈন্যে এই অঞ্চলে অভিযান চালিয়ে তক্ষশীলা অধিকার করেন। সেই সময়েও হিন্দুকুশ ছিল পারস্ত সাম্রাজ্য ও ভারতবর্ষের মধ্যের সীমা-রেখা এবং রাজ্য অস্তীর অধীনে তক্ষশীলা ছিল এক ঐখর্বশালী নগরী। এই অভিযানের কালে পূর্ব ও পশ্চিম অঞ্চলের স্বাভাব্য অবসান হলো। অল-পথে একটি ও স্থলপথে তিনটি যাত্রারাতের পথ স্থাপিত হলো। এগুলির মধ্যে একটি পথ পশ্চিম এশিয়া থেকে ব্যাক্ট্রিয়া ও পুরুগাবতী হয়ে হিন্দু নদ পেরিয়ে তক্ষশীলা পর্যন্ত প্রসারিত ছিল। এই পথ দিয়ে ভারতবর্ষের সঙ্গে মধ্য ও পশ্চিম এশিয়ার ব্যবসার-বাণিজ্য চলতো। এর কালে কুষ্টির আদান-প্রদান হতে লাগলো এবং নগরীর নির্মাণ রীতিতেও এর ছাপ পড়লো। এই গুরুত্বপূর্ণ পথের ধারে অবস্থিত ছিল বলে তক্ষশীলা গড়ে ওঠ-বার পর খুব সমৃদ্ধিশালী নগরীতে পরিণত হয়েছিল।

৩১৭ খৃষ্টপূর্বাব্দে চন্দ্রগুপ্ত মৌর্য এই নগরী অধিকার করে একে মৌর্য সাম্রাজ্যের অন্তর্ভুক্ত করেন। ২৩১ খৃষ্টপূর্বাব্দে সম্রাট অশোকের মৃত্যুর পর মগধ সাম্রাজ্য ভাঙতে শুরু করে এবং তক্ষশীলা আবার স্বাধীন হতে চেষ্টা করে, কিন্তু শীঘ্রই ১৯০ খৃষ্টপূর্বাব্দে ডিমিট্রাসের নেতৃত্বে আবার ব্যাক্ট্রিয়ার গ্রীকরা অভিযান চালিয়ে তক্ষশীলা অধিকার করে। ক্রমে এই অঞ্চল ভারতীয় গ্রীক রাজাদের দ্বারা শাসিত হতে থাকে। নতুন প্রশাসনিক কেন্দ্রগুলিতে নগরী-সমূহের উন্নতি সাধিত হয়। এই নগরীগুলির নির্মাণ-পদ্ধতিতে হেলেনিস্টিক (Hellenistic) রীতি অঙ্গহত হয়েছিল।

এক শতাব্দীর কিছু বেশী কাল গ্রীকদের দ্বারা শাসিত হবার পর তক্ষশীলা শকদের দ্বারা অধিকৃত হয়। সম্ভবতঃ ৫০ অথবা ৬০ খৃষ্টাব্দে কুশানরা শকদের কাছ থেকে তক্ষশীলা অধিকার করেন।

কুবাণদের স্থায়ী রাজত্বের সময়ে তক্ষশীলা সমৃদ্ধিশালী নগরী হয়ে ওঠে এবং কপিলের রাজত্বের সময়ে গৌরবের শিখরে উন্নীত হয়। কুবাণদের তৈরি নগরসমূহের মধ্যে মথুরা, পুরুষপুর ও তক্ষশীলার শিরোমুখ নগরী ছিল প্রধান। এই অঞ্চলের মধ্য দিয়ে এই উপমহাদেশের সঙ্গে আকগানিহান ও পারস্তের ব্যবসায়-বাণিজ্যের যে সহজ পথ ছিল, কুবাণরা সেই পথটির খুব উন্নতি সাধন করেন। তাঁদের সময়ে এই পথ দিয়ে ব্যবসায়-বাণিজ্য খুব বৃদ্ধি পেয়েছিল। ফলে এই পথের ধারে ছোট ছোট নগরীকে সম্প্রসারিত করে অথবা নতুন নগরী তৈরি করে কতকগুলি প্রাদেশিক রাজধানী গড়ে উঠেছিল। ভারতবর্ষের উত্তর-পশ্চিম সীমান্তের এই অঞ্চলেও রাজধানী ও ব্যবসায়-বাণিজ্যের কেন্দ্র হিসাবে কয়েকটি নগরী গড়ে উঠেছিল, কিন্তু প্রকৃতভাবে খনন-কার্য থেকে পেশোয়ারের উত্তর-পূর্বে পুন্ড্রাবতী ও রাওরালপিণ্ডির উত্তর-পশ্চিমে তক্ষশীলার এই রকম দুটি মাত্র নগরীর সন্ধান পাওয়া গেছে। কুবাণদের শক্তি ক্রীণ হয়ে আসবার সঙ্গে সঙ্গে তক্ষশীলার গৌরবও অন্তর্মিত হলো এবং অবশেষে 455 খ্রীষ্টাব্দের পর খেত হুনেরা কুবাণদের রাজ্য জয় করে এবং তক্ষশীলার সব কিছুই নির্মমভাবে বিনষ্ট করে।

সামাজিক, অর্থনৈতিক ও ধর্মীয় প্রভাব— চারদিকে পাহাড়ে ঘেরা উপত্যকার অবস্থিত থাকবার ফলে তক্ষশীলা খুব সুরক্ষিত ছিল। তখনকার সময়ে নগরীকে সুরক্ষিত রাখা খুবই প্রয়োজনীয় ছিল বলে প্রাকৃতিক পরিবেশে সুরক্ষিত জায়গায় এই নগরীটি গড়ে ওঠবার খুবই সুবিধা হয়েছিল। কয়েকটি পাহাড়ী নদী থাকার সব সময়ে প্রচুর পরিমাণে জল পাওয়া যেত। এখানকার মাটি খুব উর্বর থাকার জায়গাটি ছিল শক্তজামলা। এই সব কারণে তক্ষশীলা জনবহুল ও সমৃদ্ধিশালী হয়ে উঠেছিল। কৃষিকার্য ও ব্যবসায়-বাণিজ্য ছিল এই জায়গার লোকদের প্রধান উপজীবিকা।

ব্যবসায়-বাণিজ্যের প্রধান পথের ধারে অবস্থিত থাকায় এই জায়গায় ব্যবসায়-বাণিজ্য খুব প্রসার লাভ করেছিল। তক্ষশীলার সমৃদ্ধি লাভের এটিও একটি বিশেষ কারণ। রাজা যেন শাসন করতেন। তিনি ও রাজপুরুষেরা তির গোষ্ঠীর অন্তর্ভুক্ত ছিলেন। জনসাধারণের কাছ থেকে তাঁরা আলাদা থাকতেন। এই জন্তে রাজপ্রাসাদ ও আশ্রয়দিক সৌধ ও বাড়ীগুলির চারদিক প্রাচীর দিয়ে ঘিরে রাখা হতো। সম্ভবতঃ শাসক গোষ্ঠী জনসাধারণের বিশেষ প্রিয় ছিলেন না। সে জন্তে বাইরের প্রাচীর ছাড়া ভিতরে আর একটি প্রাচীরেরও প্রয়োজন হয়ে ছিল।

অস্তিত্ত ভারতীয় নগরীর মত এখানেও নগরী-বিভাগে বর্ণে ধর্মীয় প্রভাব বিদ্যমান ছিল। দুর্গ, রাজপ্রাসাদ ছাড়াও মন্দির, স্তূপ ও বিহারও তৈরী হয়েছিল। তক্ষশীলা অঞ্চলের খনন-কার্য থেকে ধর্ম-রাজিকা স্তূপ, কুশাল স্তূপ এবং কয়েকটি মন্দির ও বিহারের সন্ধান পাওয়া গেছে। বেশীর ভাগ জায়গায় এগুলি নগরীর বাইরে তৈরি করা হয়েছিল এবং জনসাধারণের জীবনব্যতীর উপর এগুলির বর্ণে প্রভাব ছিল।

পুন্ড্রাবতী—প্রাচীন পুন্ড্রাবতী নগরী (পদ্ম নগর) গান্ধার রাজ্যের আগেকার রাজধানী হিসাবে তৈরি করা হয়েছিল। রামায়ণের উত্তর কাণ্ডে বর্ণিত আছে যে, কৈকেয়ীর পুত্র ভরত গান্ধার রাজ্যে (পশ্চিম পাকিস্তান ও পূর্ব আফগানিস্তান নিয়ে এই রাজ্য বিস্তৃত ছিল) তক্ষশীলা ও পুন্ড্রাবতী—এই দুটি নগরী স্থাপন করেন। এই দুটি নগরী খুব ঐশ্বর্যশালী ছিল। নানা রকমের বাগান এই দুটি নগরীর শোভা বর্ধন করতো। নগরী দুটি জনবহুল ও সমৃদ্ধিশালী ছিল। প্রধান রাজাগুলির দু-পাশে দোকানগুলি সারিবদ্ধ ও সুসময়সমভাবে বিভক্ত ছিল। বহু চব্বাকার মন্দির ও পবিত্র স্থান এবং ভাল, তামাস, বহুল প্রভৃতি বহু প্রয়োজনীয় বস্তু এই নগরী দুটির দ্বারা খুব যত্নে রক্ষিত হয়ে

Ann. No. ১৩০০ Date ২২.৭.৭৬
 ছিলেছিল। নগর দুটির তিথি গড়বার কাজে
 পাঁচ বছর লেগেছিল।

বর্তমান পেশোয়ারের কিছু দূরে উত্তর-পূর্ব দিকে
 ভারতবর্ষ ও পশ্চিম এশিয়ার মধ্যে সংযোগকারী
 প্রাচীন ব্যবসার-বাণিজ্যের পথের ধারে পুরুগাবতী
 নগরী অবস্থিত ছিল। রাজনৈতিক ও প্রশাসনিক
 কেন্দ্র এবং ব্যবসার-বাণিজ্যের স্থান হিসাবে নগরীটি
 খুব প্রসিদ্ধি লাভ করেছিল। এই স্থানে বহু
 বিস্তীর্ণ টিবি ও সেগুলির মধ্যে মধ্যে নীচু জায়গা
 দেখতে পাওয়া যায়। এথেকে অনুমান করা যায়
 যে, বিভিন্ন রাজারা সময়ে সময়ে নতুন নতুন
 জায়গায় তাদের রাজধানী স্থানান্তরিত করেছিলেন।
 ধনন করে আধ মাইলের মধ্যে এই রকম দুটি
 নগরীর সন্ধান পাওয়া গেছে।

এগুলির মধ্যে প্রথম নগরীর দুর্গটি 65 ফুট উঁচু
 ছিল। দুটি নদীর সন্ধ্যা স্থলে প্রায় 15 একর
 জায়গা জুড়ে এই নগরীটি বিস্তৃত ছিল। দ্বিতীয়টি

প্রথমটির তিন কার্গ উত্তর-পূর্বে নির্মিত হয়েছিল।
 এটির আরতন স্বেচ্ছা বিশেষ কিছুই জানা যায়
 নি। ষষ্ঠপূর্ব দ্বিতীয় শতকে ভারতীয় প্রকৌশলী
 এই নগরীটি স্থাপন করেন। এই নগরীর বিস্তার-
 রীতি দাবার হকের মত ছিল। সম্ভবতঃ
 পাশ্চাত্যের হেলেনিস্টিক রীতির অনুকরণে এটি
 বিস্তৃত হয়েছিল। নগরীর প্রধান রাস্তাগুলি 40
 গজ অন্তর অন্তর সরলরেখায় বিস্তৃত ছিল।

নগরীর বিস্তারের সময় তার নিরাপত্তার কথা
 বিশেষভাবে বিবেচনা করা হতো। যুদ্ধ, বিদ্রোহ
 ইত্যাদি অনবরতই লেগে থাকতো বলে সুরক্ষিত
 আশ্রয়স্থল হিসাবে নগরী নির্মাণ করা হতো।
 উপরিউক্ত প্রথম নগরীটির চারদিকে মাটির তৈরি
 বগ্ন ও তার উপর কাঁচা ইটের দেয়াল ছিল।
 নগরীটিকে আরো ভালভাবে রক্ষা করার জন্তে
 দেয়ালের বাইরের চারদিকে পরিখাও তৈরি করা
 হয়েছিল।

লণ্ডনের রয়েল সোসাইটির ভারতীয় সদস্যগণ

শ্রীঅমলকান্তি ঘোষ

লণ্ডনের রয়েল সোসাইটি স্থাপিত হয় 1660
 সালে। এটি একটি বৈজ্ঞানিক প্রতিষ্ঠান।
 সোসাইটির পুরা নাম—The Royal Society of
 London for the Advancement of
 Science। গত তিন-শ' বছর যাবৎ ইংল্যান্ডে যত
 বৃহৎ বৈজ্ঞানিক অভিবান, বৈজ্ঞানিক পরীক্ষা
 ও আবিষ্কার হয়েছে, তার মূলে ছিল রয়েল
 সোসাইটির সহযোগিতা। হাতে-কলমে পরীক্ষার
 ব্যবস্থা সোসাইটির নেই, তবে বার্ষিক অস্থানে
 আয়োজিত অতিবিশিষ্টদের উল্লেখযোগ্য বৈজ্ঞানিক
 আবিষ্কার প্রদর্শনের সুযোগ পান। এই
 সোসাইটি বহু স্নাতক পদক প্রদানের দ্বারা

বিজ্ঞান-সাধনার উৎসাহ প্রদান করে। এক কথায়
 বলতে গেলে রয়েল সোসাইটি ইংল্যান্ডে সর্বপ্রকার
 বিজ্ঞান-চর্চার মস্তিষ্কস্বরূপ। রয়েল সোসাইটির
 সদস্যদের বলা হয় এক. আর. এস. অর্থাৎ ফেলো
 অব দি রয়েল সোসাইটি। এক. আর. এস. মনো-
 নীত হওয়া ইংল্যান্ডে বৈজ্ঞানিকদের পক্ষে সর্ব-
 প্রেষ্ঠ সম্মান। বিশ্বের যে কোন দেশের বৈজ্ঞানিক
 এই ফেলো হতে পারেন। নির্বাচনের কঠোর-
 তার জন্তে শুধু প্রতিভাবান বৈজ্ঞানিকেরা, যাদের
 বিজ্ঞানের যে কোন শাখায় মৌলিক অবদান
 আছে, তাঁরাই ফেলো নির্বাচিত হতে পারেন।
 রয়েল সোসাইটি আজ পর্যন্ত যে 17 জন ভারতীয়

বৈজ্ঞানিককে ফেলো নির্বাচিত করে সম্মানিত করেছে, তাঁদের সংক্ষিপ্ত পরিচয় এখানে দেওয়া হলো। সর্ব প্রথম ভারতীয় এক. আর. এস. হলেন বোম্বাইয়ের ইঞ্জিনীয়ার এ. কারসেট্জী ওয়াদিয়া।

এ. কারসেট্জী ওয়াদিয়া : বোম্বাইয়ের বিখ্যাত জাহাজ-নির্মাতা পার্শী সম্প্রদায়ভূক্ত লণ্ডী ওয়াদিয়ার পরিবারে আরদাসীর কারসেট্জী ওয়াদিয়া 1808 সালে জন্মগ্রহণ করেন। প্রাথমিক শিক্ষার পর মাত্র 14 বছর বয়সে শিক্ষানবীশ হিসাবে কর্মক্ষেত্রে প্রবেশ করেন। কারসেট্জী বোম্বাইয়ের ডক ইয়ার্ডে বিশেষ উৎসাহের সঙ্গে জাহাজ-নির্মাণ ও মেরিন ইঞ্জিনীয়ারিং-এর কাজ শেখবার সময় ধীরে ধীরে ইঞ্জিন সম্বন্ধে গভীর জ্ঞান লাভ করেন। 1833 সালে তিনি স্বনির্মিত ধীম-বোট "ইওাস" জলে ভাসান। তিনি বোম্বাইয়ে সর্বপ্রথম ধীম পাম্প ও গ্যাস লাইটের প্রবর্তন করেন। কারসেট্জী কিছুদিনের জন্তে বোম্বাইয়ের এলকিনটোন ইনস্টিটিউশনের মিকানিক্যাল ও কেমিক্যাল সায়েন্সের অধ্যাপক ছিলেন। তিনি 1839 সালে উচ্চশিক্ষার জন্তে ইংল্যাণ্ডে যান। ইংল্যাণ্ডে অবস্থানের সময় রয়েল সোসাইটির সভাপতি মারকুইস অব নদাম্পটন ও সোসাইটির অন্যান্য বিশিষ্ট সদস্যদের সঙ্গে তাঁর আলাপ হয়। জাহাজ চালানায় ধীম ইঞ্জিনের প্রয়োগ সম্বন্ধে তাঁর গভীর জ্ঞান ও নিজ দেশে বিজ্ঞানের উন্নতির জন্তে তাঁর অক্লান্ত প্রচেষ্টার স্বীকৃতিস্বরূপ 1841 সালে কারসেট্জী এক. আর. এস. নির্বাচিত হন। ইংল্যাণ্ড থেকে স্বদেশে ফিরে এসে কারসেট্জী বোম্বাইয়ের ধীম ক্যাটেরির চীফ ইঞ্জিনীয়ার ও ইন্সপেক্টর অব মেশিনারির পদে যোগদান করেন। 1857 সালে ঐ পদ থেকে অবসর গ্রহণ করেন। শেষ জীবনে তিনি ইংল্যাণ্ডের রীচমন্ডে গিয়ে বসবাস করেন এবং 1877 সালে সেখানেই তাঁর মৃত্যু হয়।

এস. রামাস্বামীজী : 1887 সালে মাদ্রাজে এক দরিদ্র ব্রাহ্মণ পরিবারে শ্রীনিবাস রামাস্বামীজীর জন্ম হয়। তিনি কৃষ্ণকোণ্ঠের স্কুল ও কলেজে শিক্ষাগ্রহণ করেন। বিদ্যালয়ে অধ্যয়নের সময় অক্লান্তে রামাস্বামীজীর প্রবল অধ্যবসায় দেখা যায়। এই সময় তিনি প্রায়ই কঠিন অঙ্কের সমাধানে ব্যাপৃত থাকতেন। উচ্চতর গণিত নিয়ে তিনি এমন যেতে ওঠেন যে, কলেজে পড়বার সময় ইংরেজী, দর্শন ও সাহিত্য তাল না জানার সরকারী বৃত্তি বন্ধ হয়ে যায় এবং 1907 সালে এক. এ. পরীক্ষার অকৃতকার্ণ হন। ব্যর্থতা রামাস্বামীজীকে গণিতের গবেষণা থেকে নিবৃত্ত করতে পারে নি। 1907-1911 সাল পর্যন্ত বাহ্যিক জগৎ থেকে সম্পূর্ণ বিচ্ছিন্ন হয়ে তিনি উচ্চতর গণিতের নতুন নতুন সমস্যা সমাধানে নিবিষ্ট হয়ে থাকতেন এবং গবেষণার ফলাফল তিনি একটি নোট বইয়ে লিখে রাখতেন। অর্থীভাব ও দারিদ্র্যের হাত থেকে রক্ষা পাবার জন্তে 1912 সালে তিনি মাদ্রাজ পোর্ট ট্রাঙ্কে মাসিক 35 টাকা বেতনের একটি কেরানীর পদ গ্রহণ করেন। রামাস্বামীজীর গণিত-প্রতিভা মাদ্রাজ বিশ্ববিদ্যালয়ের দৃষ্টি আকর্ষণ করে। 1913 সালে তিনি মাদ্রাজ বিশ্ববিদ্যালয়ে মাসিক 75 টাকার একটি রিসার্চ স্কেলারশিপ পান এবং পূর্ণোত্তমে গবেষণা চালাতে থাকেন। রামাস্বামীজী তাঁর গবেষণার প্রবন্ধ কেম্ব্রিজের বিখ্যাত গণিত-বিজ্ঞানী অধ্যাপক হার্ভির কাছে পাঠান। অধ্যাপক হার্ভি রামাস্বামীজীর অসাধারণ মৌলিক গবেষণা-কার্যে মুগ্ধ হন এবং রামাস্বামীজীকে ইংল্যাণ্ডে এসে উচ্চতর গবেষণা করবার জন্তে অর্থবোধ করেন। অধ্যাপক হার্ভির চেষ্টা ও সহযোগিতায় মাদ্রাজ বিশ্ববিদ্যালয়ের বার্ষিক 250 পাউণ্ড বৃত্তি নিয়ে রামাস্বামীজী 1914 সালে ইংল্যাণ্ডে যান এবং কেম্ব্রিজ বিশ্ববিদ্যালয়ের কলেজে অধ্যাপক হার্ভির পরিচালনায় গবেষণার কাজ শুরু করেন। এক-

টানা তিন বছর ধরে কাজ করবার পর তিনি চার-শ' পাতার তাঁর মৌলিক গবেষণার ফলাফল প্রকাশ করেন। তাঁর বেশীর ভাগ গবেষণার কাজ ছিল বিগত গণিতের বিগরি অব নাচার, বিগরি অব পার্টিসনস্, এবং বিগরি অব কন্টিনিউড ফ্র্যাকশনস্-এর উপর। গণিতশাস্ত্রে অসাধারণ ব্যুৎপত্তি ও প্রতিভার জন্মে 1918 সালে তিনি এক. আর. এস. নির্বাচিত হন এবং সেই বছরেই কেম্ব্রিজের ট্রিনিটি কলেজের ফেলোশিপ পান। তাগ্যের নিষ্ঠুর পরি-হাস—রায়াবুজান এই সময়ে বম্বারোগে আক্রান্ত হন এবং 1919 সালে ভারতে ফিরে আসেন সে যুগের সম্ভাব্য সকল রকম চিকিৎসা কবেও তাঁকে বাঁচানো গেল না। 1920 সালের 26শে এপ্রিল মাত্র 33 বছর বয়সে বর্তমান জগতের অজ্ঞতম শ্রেষ্ঠ গণিতবিদ কুস্তকোপমে শেষ নিঃশ্বাস ত্যাগ করেন।

জগদীশচন্দ্র বসু : জন্ম 1858 সালে, মৃত্যু 1937 সালে। জগদীশচন্দ্র কেম্ব্রিজ থেকে বিজ্ঞানে অনার্স সহ বি. এ. ও লণ্ডন বিশ্ব-বিদ্যালয় থেকে বি. এন্স-সি. পাশ করেন। 1896 সালে ডি. এন্স-সি. উপাধি লাভ করেন। তিনি 1885 সালে কলিকাতার প্রেসিডেন্সি কলেজে অধ্যাপক হিসাবে যোগদান করেন এবং 1915 সালে অবসর গ্রহণ করেন। তিনি ভারতে মৌলিক গবেষণা-কার্যের প্রসারের জন্তে 1917 সালে কলিকাতার 'বসু বিজ্ঞান মন্দির' প্রতিষ্ঠা করেন। জগদীশচন্দ্রই বর্তমান যুগে সর্বপ্রথম ভারতীয় বিজ্ঞানী, যিনি তাঁর বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারের জন্তে আন্তর্জাতিক খ্যাতি অর্জন করেন। তিনি 1895-99 সালে বিদ্যুৎ-চুম্বকীয় তরঙ্গ সম্বন্ধে গবেষণা করেন। 1900-1902 সালে জৈব ও অজৈব পদার্থে তরঙ্গ ও প্রাকৃতিক উদ্ভেজনার কলে সাড়ার সমতা বিষয়ে গবেষণা করেন। এই সাড়ার সমতা লক্ষ্য করবার পর তিনি জড় ও প্রাণীর মধ্যবর্তী উদ্ভিদের সাড়া সম্বন্ধে পুথ্যপুথ্যক.প

অনুসন্ধান আরম্ভ করেন। এই গবেষণার কাজ 1902 সাল থেকে 1932 সাল পর্যন্ত চলে। 1917 সালে বসু বিজ্ঞান মন্দির প্রতিষ্ঠিত হবার পর সেই-খানেই সব গবেষণা পরিচালিত হয়। জগদীশচন্দ্র বসুর ইউরোপ ও আমেরিকার বিভিন্ন দেশে বহুতা প্রদান করবার জন্তে আমন্ত্রিত হন। 1920 সালে তিনি এক. আর. এস. নির্বাচিত হন। 1927 সালে তিনি ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের সভাপতি ছিলেন। তাঁর রচিত গ্রন্থাবলী : Response in the Living and Non-Living ; Plant Response ; The Motor Mechanisms of Plant ; Comparative Electrophysiology ; অধ্যাক্ত ইত্যাদি।

সি. ভি. রামান : জন্ম 1888 সালে 7ই নভেম্বর ত্রিচিনাপলীতে। পদার্থ-বিজ্ঞানী। অধ্যাপক রামান 1907 সালে মাদ্রাজ বিশ্ববিদ্যালয় থেকে এম. এ. পরীক্ষার উত্তীর্ণ হবার পর কয়েক বছর সরকারী চাকুরীতে নিযুক্ত ছিলেন। অতঃপর সার আন্ত-তোষের আহ্বানে 1917 সালে কলিকাতা বিশ্ব-বিদ্যালয়ে পদার্থবিজ্ঞান অধ্যাপক হিসাবে যোগদান করেন। আলোক-বিজ্ঞান ও শব্দ-বিজ্ঞানে তাঁর বহু মৌলিক গবেষণা আছে। 1924 সালে তিনি এক. আর. এস. নির্বাচিত হন। আলোক-বিজ্ঞানে 'রামান একেক্ট' নামে এক মৌলিক আবিষ্কারের স্বীকৃতি স্বরূপ 1930 সালে তিনি নোবেল পুরস্কার লাভ করেন। 1929 সালে তিনি ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের সভাপতি ছিলেন। অধ্যাপক রামান 1933 সালে কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে অবসর গ্রহণ করে ব্যাঙ্গালোরে ইণ্ডিয়ান ইনস্টিটিউট অব সায়েন্সের ডিরেক্টর হন। 1943 সাল থেকে তিনি ব্যাঙ্গালোরে স্বপ্রতিষ্ঠিত রামান রিসার্চ ইনস্টিটিউটে বিভিন্ন গবেষণার ব্যাপৃত ছিলেন। 1949 সালে তিনি জাতীয় অধ্যাপক পদের গৌরব লাভ করেন। গত 21শে নভেম্বর, 1970 তিনি পরলোক গমন করেছেন। তাঁর রচিত গ্রন্থাবলী :

Molecular Diffraction of Light ; Mechanical Theory of Bowed Strings and Diffraction of X-rays ; Theory of Musical Instruments ; Physics of Crystals. ইত্যাদি।

মেঘনাদ সাহা : জন্ম 6ই অক্টোবর 1893 সালে, মৃত্যু 16ই ফেব্রুয়ারী 1956 সালে। পদার্থ-বিজ্ঞানী। 1915 সালে কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে মিশ্র গণিতে এম. এস-সি. পরীক্ষার উত্তীর্ণ হন। কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের ডি. এস-সি। ডক্টর সাহা লণ্ডন ও বার্নিনে গণিত ও পদার্থ-বিজ্ঞানে গবেষণা করেন। তিনি 1921 সাল থেকে 1956 সাল পর্যন্ত এলাহাবাদ ও কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ে অধ্যাপনা করেন। অ্যাট্রো-কিজম ও পদার্থ-বিজ্ঞানে তিনি বহু বৈজ্ঞানিক তথ্য আবিষ্কার করেছেন। তিনি তাপীয় আয়নন তত্ত্বের (Theory of thermal ionization) প্রবর্তক। এই তত্ত্ব আবিষ্কারের জন্তে তিনি 1927 সালে এক. আর. এস. নির্বাচিত হন। তিনি 1934 সালে ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের সভাপতি ছিলেন। ডক্টর সাহা 1955 সালে কলিকাতার ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার ফিজিক্সের প্রতিষ্ঠা করেন (বর্তমানে সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার ফিজিক্স) এবং তিনিই এর প্রথম ডিরেক্টর ছিলেন। তিনি ইতিহাস অ্যাসোসিয়েশন কর দি কালটিভেশন অব সারেন্স-এর ডিরেক্টর পদেও অধিষ্ঠিত ছিলেন। তিনি স্বয়ং বা অন্তের সহযোগিতায় যে গ্রন্থগুলি রচনা করেছেন, তা হলো—A Treatise on the Theory of Relativity ; On a Physical Theory of the Solar Corona ; A Treatise on Heat : A Treatise on Modern Physics , My Experience in Russia ইত্যাদি।

বীরবল সাহানী : জন্ম 1891 সালে পাঞ্জাবে,

মৃত্যু 1949 সালে। লণ্ডন বিশ্ববিদ্যালয়ের ডি. এস-সি.। ডক্টর সাহানী স্বদেশে ফিরে যাত্রা এক বছর পাঞ্জাব বিশ্ববিদ্যালয়ে অধ্যাপনা করেন। 1921 সাল থেকে মৃত্যুকাল পর্যন্ত লন্ডো বিশ্ববিদ্যালয়ের উদ্ভিদবিজ্ঞান ও ভূতত্ত্বের অধ্যাপক ছিলেন। উদ্ভিদ-বিজ্ঞানে ডক্টর সাহানীর বহু গুরুত্বপূর্ণ অবদান আছে। উদ্ভিদের বিবর্তনবাদ সম্পর্কিত গবেষণার তিনি আন্তর্জাতিক খ্যাতি লাভ করেন। ডক্টর সাহানী 1936 সালে এক. আর. এস. নির্বাচিত হন এবং 1940 সালে ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের সভাপতি হন। শেষ জীবনে তিনি লন্ডো শহরে প্রাচীন কালের উদ্ভিদ সম্পর্কিত গবেষণার জন্তে প্যালিওবটানি ইনস্টিটিউট প্রতিষ্ঠা করেন। ইনস্টিটিউট স্থাপনে তিনি তাঁর সঞ্চিত সমস্ত সম্পদ দান করে গেছেন।

কে. এস. কৃষ্ণান : জন্ম 1898 সালে, মৃত্যু 1961 সালে। পদার্থ-বিজ্ঞানী। মাদ্রাজ বিশ্ববিদ্যালয়ের ডি. এস-সি.। ডক্টর কৃষ্ণান কলিকাতার ইতিহাস অ্যাসোসিয়েশন কর দি কালটিভেশন অব সারেন্সে প্রোফে: সি. জি. রায়নের অধীনে ঝাঁপ গবেষণার কাজ করছিলেন, 1923 সালে তাঁদের সঙ্গে যোগদান করেন। তিনি রায়ন একেই প্রদর্শনের কাজে প্রোফে: রায়নের মুখ্য সহযোগী ছিলেন। ডক্টর কৃষ্ণান 1928 সাল থেকে 1947 সাল পর্যন্ত ঢাকা, কলিকাতা ও এলাহাবাদ বিশ্ববিদ্যালয়ে পদার্থবিজ্ঞান অধ্যাপনা করেন। 1937 সালে তিনি লণ্ডনের রয়েল ইনস্টিটিউশনে, কেব্রিজে ক্যাভেন্ডিশ লেবরেটরিতে এবং আরও অনেক গবেষণা-কেন্দ্রে বক্তৃতা প্রদান করেন। পদার্থ বিজ্ঞানে তিনি বহু বৈজ্ঞানিক তথ্য আবিষ্কার করেছেন। আলোক-বিজ্ঞান এবং কেমাস্ট্রি (জিটাল) চৌম্বকত্ব সম্বন্ধে গুরুত্বপূর্ণ বৈজ্ঞানিক গবেষণার স্বীকৃতি হিসাবে তিনি 1940 সালে এক. আর. এস. নির্বাচিত হন। 1947 সালে তিনি ভাণ্ডার কলিকাতা লেবরেটরির ডিরেক্টর

নিযুক্ত হন। ডক্টর কৃষ্ণান ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের 1949 সালের অধিবেশনে সভাপতিত্ব করেন। 1958 সালে তিনি জাতীয় অধ্যাপক পদের মর্যাদা লাভ করেন।

এইচ. জে. ভাবা : 1966 সালের 24শে জাহ্নবীরী ইউরোপে একটি বাত্মীবাহী বিমান-হর্ষটনায় ভারত সরকারের পারমাণবিক শক্তি কমিশনের চেয়ারম্যান ডক্টর হোমী জাহ্নবীর ভাবার মৃত্যু হয়। তাঁর এই আকস্মিক মৃত্যুতে পারমাণবিক বিজ্ঞানের গবেষণার ক্ষেত্রে ভারতের অপূরণীয় কতি হয়। বোম্বাইয়ের এক পার্শী পরিবারে 1909 সালে ডক্টর ভাবা জন্মগ্রহণ করেন। তিনি কেম্ব্রিজ বিশ্ববিদ্যালয় থেকে মিকানিক্যাল সায়েন্সে ট্রাইপোস সহ বি. এ. পাশ করেন এবং 1934 সালে পি-এইচ. ডি. ডিগ্রী লাভ করেন। তিনি রোমে অধ্যাপক এনরিকো ফের্মি এবং কোপেনহেগেনে অধ্যাপক নীল বোরের অধীনে গবেষণা করেন। ডক্টর ভাবার কস্মিক রেডিয়েশন, থিওরি অব এলিমেন্টারি পার্টিকলস্ ও কোয়ান্টাম থিওরির উপর গবেষণায় মৌলিক অবদান আছে। এই মৌলিক অবদানের জন্তে 1941 সালে তিনি এক. আর. এস. নির্বাচিত হন। তিনি বোম্বাইয়ের টাটা ইনস্টিটিউট গবেষণাগারের ডিরেক্টর ছিলেন এবং 1948 সালে ভারত সরকারের পারমাণবিক শক্তি কমিশনের চেয়ারম্যান নিযুক্ত হন। 1951 সালে ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের সভাপতির পদ অলঙ্কৃত করেন। 1955 সালে জেনিভার মানবজাতির কল্যাণে পারমাণবিক শক্তির ব্যবহার সম্পর্কে বিশ্বের পরমাণু-বিজ্ঞানীদের বৈশ্বাসম্মেলন অর্গাণীকৃত হয়, ডক্টর ভাবা তার সভাপতি ছিলেন। তাঁর রচিত গ্রন্থাবলী : Quantum Theory ; Cosmic Radiation ; Elementary Physical Particles ইত্যাদি।

শান্তিনন্দন ভাটনগর : জন্ম 1895 সালে

পাঞ্জাবে, মৃত্যু 1955 সালে। রসায়ন-বিজ্ঞানী ডক্টর ভাটনগর লাহোর বিশ্ববিদ্যালয় থেকে এম. এন্স-সি. এবং 1921 সালে লণ্ডনের ডি. এন্স-সি. উপাধি লাভ করে কান্ট বিশ্ববিদ্যালয়ে রসায়নশাস্ত্রের অধ্যাপক হিসাবে বোগদান করেন। 1923 সালে লণ্ডনে ব্রিটিশ সাম্রাজ্য বিজ্ঞান সম্মেলনে তিনি ভারতীয় দলের নেতৃত্ব করেন। 1924-40 সাল পর্যন্ত তিনি লাহোর বিশ্ববিদ্যালয়ে অধ্যাপনা করেন। এই সময় চৌধুরী রসায়ন সম্বন্ধে গবেষণা করে তিনি বিশ্বখ্যাতি অর্জন করেন। 1943 সালে তিনি এক. আর. এস. নির্বাচিত হন এবং 1945 সালে ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসে সভাপতিত্ব করেন। ডক্টর ভাটনগর ভারত সরকারের বিজ্ঞান ও শিল্প-গবেষণা বিভাগের ডিরেক্টর এবং প্রাকৃতিক সম্পদ ও বৈজ্ঞানিক গবেষণা দপ্তরের সেক্রেটারী ছিলেন। তাঁর জীবনের সর্বাধিক উল্লেখযোগ্য ঘটনা হলো—ভারতে 15টি জাতীয় গবেষণাগার প্রতিষ্ঠার পরিকল্পনা ও তাদের রূপায়ণ। ভারতে বৈজ্ঞানিক গবেষণার অগ্রগতিতে তাঁর এই অবদান চির-স্মরণীয় হয়ে থাকবে।

এস. চন্দ্রশেখর : জন্ম 1910 সালে। নভো-পদার্থ-বিজ্ঞানী ও গণিতবিদ। মাস্টার্স বিশ্ববিদ্যালয়ের এম. এ. এবং কেম্ব্রিজের ডি. এন্স-সি.। কেম্ব্রিজের ট্রিনিটি কলেজের ফেলো 1933-36 সাল পর্যন্ত। ডক্টর চন্দ্রশেখর 1936 সালে শিকাগো বিশ্ববিদ্যালয়ের ইয়েরকিজ মানমন্দিরে বক্তৃতা দিতে বান। সেই থেকে তিনি শিকাগো বিশ্ববিদ্যালয়ে গবেষণা ও অধ্যাপনা করছেন। জ্যোতির্বিজ্ঞান সম্বন্ধে তাঁর গবেষণামূলক মূল্যবান গ্রন্থাবলী প্রকাশিত হয়েছে। তিনি 1944 সালে এক. আর. এস. নির্বাচিত হন। তাঁর রচিত গ্রন্থাবলী : Introduction to the Study of Stellar Structure ; Principles of Stellar Dynamics ; Relative

Transfer; Hydrodynamic and Hydromagnetic Stability ইত্যাদি।

প্রশান্তচন্দ্র মহলানবিশ : জন্ম 1893 সালে; পরিসংখ্যানবিদ ও পদার্থ-বিজ্ঞানী, কেম্ব্রিজ বিশ্ববিদ্যালয়ের এম. এ.। অধ্যাপক মহলানবিশ 1915 সাল থেকে 1945 সাল পর্যন্ত প্রেসিডেন্সি কলেজে পদার্থবিজ্ঞান অধ্যাপনা করেন। 1945-'48 সাল পর্যন্ত তিনি প্রেসিডেন্সি কলেজের অধ্যাপক ছিলেন। তাঁর প্রধান কীর্তি হলো, ভারতে তিনি সর্বপ্রথম পরিসংখ্যান ইনস্টিটিউট স্থাপন করেন। তিনি এই ইনস্টিটিউটের ডিরেক্টর। তাঁরই প্রচেষ্টায় ভারতে পরিসংখ্যান সম্বন্ধে উচ্চ স্তরের গবেষণা ও অধ্যয়ন শুরু হয়। পরিসংখ্যান-বিজ্ঞানে তাঁর দান অসামান্য। তিনি 1945 সালে এক. আর. এস. নির্বাচিত হন এবং 1950 সালে ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসে সভাপতিত্ব করেন। অধ্যাপক মহলানবিশ ভারত সরকারের পরিসংখ্যান বিষয়ক উপদেষ্টা।

ডি. এম. ওয়াদিয়া : জন্ম 23শে অক্টোবর 1883 সালে, মৃত্যু 1969 সালের 15ই জুন। ভূতত্ত্ববিদ। শিক্ষা—বোম্বাই বিশ্ববিদ্যালয়ের বরোদা কলেজে। ছাত্রজীবন শেষ হবার পর তিনি জম্মুর প্রিন্স অব ওয়েল্স কলেজের ভূতত্ত্ব বিভাগে অধ্যাপক হিসাবে যোগদান করেন। 1921-'39 সাল পর্যন্ত তিনি ভারতের ভূতাত্ত্বিক সমীক্ষার সঙ্গে যুক্ত ছিলেন এবং পিরপাজাল, হাজারা, কান্দীর, হিমালয় ও অন্যান্য অঞ্চলে গুরুত্বপূর্ণ ভূতাত্ত্বিক সমীক্ষার কার্য পরিচালনা করেন। তিনি *Geology of India* নামক গ্রন্থের লেখক। ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের 1942 সালের অধিবেশনে তিনি সভাপতিত্ব করেন। হিমালয়ের ভূতাত্ত্বিক স্তর সম্পর্কে অধ্যাপক ওয়াদিয়া বেশ মূল্যবান গবেষণা করেছেন, তার জন্তে তিনি 1957 সালে এক. আর. এস. নির্বাচিত হন। 1960 সালে তিনি

জাতীয় অধ্যাপক পদের গৌরব লাভ করেন।

সত্যেন্দ্রনাথ বসু : জন্ম 1লা জানুয়ারী, 1894 সালে। গণিত-বিজ্ঞানী ও পদার্থবিদ। সত্যেন্দ্রনাথ 1915 সালে কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে মিশ্র গণিতে এম. এস-সি. পরীক্ষার উত্তীর্ণ হন। 1916-1956 সাল পর্যন্ত ঢাকা ও কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ে পদার্থবিজ্ঞান অধ্যাপক ছিলেন। 1924-26 সালে উচ্চশিক্ষার জন্তে তিনি ইউরোপে যান। সেখানে ম্যাডাম কুরী ও আইনস্টাইনের সহকর্মী হিসাবে গবেষণার কাজ করেন। 1956 সালে বিশ্বভারতীর উপাচার্যের পদ গ্রহণ করেন। 1958 সালে সত্যেন্দ্রনাথ এক. আর. এস. নির্বাচিত হন। ওই বছরেই তিনি জাতীয় অধ্যাপক পদের গৌরব লাভ করেন। কোয়ান্টাম স্ট্যাটিস্টিক্সের প্রবর্তকরূপে সত্যেন্দ্রনাথের নাম সর্বত্র পরিচিত। আইনস্টাইন কর্তৃক বোস-স্ট্যাটিস্টিক্সের উপ-যোগিতা স্বীকৃত এবং তা সম্মানিত হয়। যে সকল মৌলিক কণিকা বোস-স্ট্যাটিস্টিক্সের নিয়ম মেনে চলে, সত্যেন্দ্রনাথের নাম অহুসারে তাদের নাম হয়েছে—বোসন। আইনস্টাইনের একীকৃত ক্ষেত্র তত্ত্ব (Unified Field Theory) তাঁর অবদান আছে। সত্যেন্দ্রনাথ 1944 সালে ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের সভাপতি ছিলেন।

শিশিরকুমার মিত্র : জন্ম 24শে অক্টোবর 1890 সালে। মৃত্যু 13ই অগস্ট, 1963 সালে। পদার্থ-বিজ্ঞানী। তিনি কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে 1912 সালে এম. এস-সি. পরীক্ষার উত্তীর্ণ হন এবং 1919 সালে ডি. এস-সি. উপাধি পান। শিশিরকুমার ক্রাজে গিয়ে সর্বোদম বিশ্ববিদ্যালয়ে অধ্যাপক ক্যাজির অধীনে গবেষণা করে ডক্টরেট উপাধি পান। তিনি ন্যান্সির ইনস্টিটিউট অব ফিজিক্সে রেডিও সম্বন্ধে উচ্চ পর্যায়ের গবেষণা করেন। 1923 সালে যমুনাতে গিয়ে তিনি কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ে পদার্থবিজ্ঞান অধ্যাপক হিসাবে যোগদান করেন। শিশিরকুমার এই দেশের রেডিও-বিস্তারিত পথ-

এদর্শক। তাঁরই ঐকান্তিক প্রচেষ্টায় কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ে রেডিও-কিঙ্গ্র ও ইলেকট্রনিক্সের প্রতিষ্ঠান স্থাপিত হয় এবং তিনি এই প্রতিষ্ঠানের প্রথম ডিরেক্টর হন। শিশিরকুমার ও তাঁর সহকর্মীরা আয়নমণ্ডল সম্পর্কে যে গবেষণা চালান, তাঁরই ফলে বেতার তরঙ্গ ও বেতার জগৎ সম্বন্ধে অনেক তথ্য জানা গেছে। তিনি 'Upper Atmosphere' নামে এক বৃহৎ প্রামাণিক গ্রন্থ রচনা করেছেন। শিশিরকুমার 1955 সালে ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসে সভাপতিত্ব করেন এবং 1958 সালে এক. আর. এস. নির্বাচিত হন। 1962 সালে তিনি জাতীয় অধ্যাপক পদের মর্যাদা লাভ করেন।

ডি. আর. শেখাজি : রসায়ন-বিজ্ঞানী। 1922 সালে অধ্যাপক শেখাজি মাস্তাজ বিশ্ববিদ্যালয় থেকে স্নাতক পরীক্ষার উত্তীর্ণ হন এবং 1929 সালে ম্যাকেষ্টার বিশ্ববিদ্যালয় থেকে পি-এইচ. ডি. ডিগ্রি লাভ করেন। 1930 সালে ভারতে ফিরে এসে তিনি কোয়েম্বাটুরের কবি-গবেষণা পরিষদে তিন বছর গবেষণার পর অক্স ও দিল্লী বিশ্ববিদ্যালয়ে রসায়ন বিভাগে অধ্যাপনা করেন। তিনি 1965 সাল থেকে দিল্লী বিশ্ববিদ্যালয়ে এমেরিটাস অধ্যাপক হিসাবে নিযুক্ত আছেন। অধ্যাপক শেখাজি বহু মৌলিক গবেষণা-নিবন্ধ প্রকাশ করেছেন। তাঁর গবেষণা প্রধানত: জৈব রসায়ন সম্পর্কিত; যেমন—প্রাকৃতিক পদার্থ থেকে উৎপন্ন, বা ওষুধ, রং, কীটের এবং অ্যান্টিজেনিড্যান্ট হিসাবে ব্যবহৃত গুরুত্বপূর্ণ। কাঠ ও কল সম্বন্ধেও তিনি গবেষণা করেছেন। বহু সংখ্যক নতুন যৌগের পৃথকীকরণ, উপাদান নির্ধারণ এবং জীবের সংশ্লেষণও সম্ভব হয়েছে। তিনি এদের শারীরতাত্ত্বিক গুণাবলী, জৈব সংশ্লেষণ এবং ব্যবহার সম্পর্কিত গবেষণায়ও বিশেষ উৎসাহী। অধ্যাপক শেখাজি 1960 সালে এক. আর. এস. নির্বাচিত হন এবং 1967 সালে ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসে সভাপতিত্ব করেন।

পাকিস্তান মাহেখরী : জন্ম 1904 সালে, মুহু 18ই মে 1966 সালে। রাজস্থানের জব্বালপুরী।

উদ্ভিদ-বিজ্ঞানী। এলাহাবাদ বিশ্ববিদ্যালয়ের ডি. এস-সি.। অধ্যাপক মাহেখরীর অধ্যাপনা-জীবনের সূচনা হয় এলাহাবাদে এবং তারপর আগ্রা, লক্ণৌ ও ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়ে। 1949 সালে তিনি দিল্লী বিশ্ববিদ্যালয়ে উদ্ভিদবিজ্ঞান প্রধান অধ্যাপক হিসাবে যোগদান করেন। অধ্যাপক মাহেখরী উদ্ভিদের অঙ্গসংস্থান ও জগতত্ত্ব সম্বন্ধে বহু মৌলিক গবেষণা-পত্র প্রকাশ করেছেন। উদ্ভিদের শ্রেণীবিভাগের তথ্য নির্ধারণ, জগতত্ত্বের 'উন্নতিবিধান এবং কৃত্রিম উপায়ে বীজ ও কল উৎপাদন সংক্রান্ত তাঁর পরীক্ষাসমূহ বিশ্বের বিজ্ঞানীমহলের বিশেষ দৃষ্টি আকর্ষণ করে। 1954 সালে প্যারিসে অনুষ্ঠিত আন্তর্জাতিক উদ্ভিদ-বিজ্ঞান কংগ্রেসে জগতত্ত্ব শাখায় তিনি সভাপতিত্ব করেন। তাঁর রচিত গ্রন্থ 'An Introduction to the Embryology of Angiosperms' ইউরোপ ও আমেরিকার সর্বত্র বিজ্ঞানীমহলে খুব সমাদর লাভ করেছে। অধ্যাপক মাহেখরী 1965 সালে এক. আর. এস. নির্বাচিত হন।

সি. আর. রাও : পরিসংখ্যানবিদ। জন্ম 1920 সালে। অক্স বিশ্ববিদ্যালয়ের গণিতে এবং কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের পরিসংখ্যানের এম. এ.। কেম্ব্রিজের পি-এইচ. ডি.। ডক্টর রাও 1951 সালে ইন্টার-জ্ঞানজ্ঞান স্ট্যাটিস্টিক্যাল ইনস্টিটিউটের সদস্য নির্বাচিত হন। 1953-54 সালে ইউ. এস. এর ইলিনয়েস বিশ্ববিদ্যালয়ে মাথেনম্যাটিক্যাল স্ট্যাটিস্টিক্সের ভিজিটিং রিসার্চ প্রফেসর হিসাবে কাজ করেন। 1961 সালে তিনি মুম্বাইয়ে যান এবং বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয় ও রয়েল স্ট্যাটিস্টিক্যাল সোসাইটিতে বক্তৃতা প্রদান করেন। ডক্টর রাও বর্তমানে ইণ্ডিয়ান স্ট্যাটিস্টিক্যাল ইনস্টিটিউটের রিসার্চ অ্যাণ্ড ট্রেনিং স্কুলের ডিরেক্টর। তিনি পরিসংখ্যান সংক্রান্ত প্রায় 100টি গবেষণা-পত্র প্রকাশ করেছেন। ডক্টর রাও 1967 সালে এক. আর. এস. নির্বাচিত হন। তাঁর রচিত গ্রন্থাবলী : Advanced Statistical Methods in Biometric Research ; Linear Statistical Inference and its Application।

বাংলা ভাষায় ছোটদের জন্যে বিজ্ঞান-রচনা

শ্রীকৃষ্ণবিহারী গাল

বাংলা ভাষায় বিজ্ঞান-চর্চার শুরুর একদিক থেকে প্রায়-দেড়শ বছর আগে। শ্রীরামপুর মিশন, হিন্দু কলেজ এবং কলিকাতা বুক সোসাইটি—এই তিনটি প্রতিষ্ঠানকে কেন্দ্র করেই বাংলা ভাষায় বিজ্ঞান-গ্রন্থ রচনার সূত্রপাত হয়েছিল। প্রকৃতপক্ষে ছোটদের জন্যে বিজ্ঞান-গ্রন্থ রচনার কাজ আরও পরের ঘটনা। শ্রীরামপুর মিশনের উদ্যোগে 1818 সালের এপ্রিল মাসে দিগদর্শন নামক পত্রিকাটি প্রকাশিত হয়। এই পত্রিকাটিতে নানা ধরনের বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধ রীতিমত প্রকাশিত হতো। 1817 সালে হিন্দু কলেজে নিয়মিতভাবে বিজ্ঞানের অধ্যয়ন হতো। যদিও এখানে শিক্ষার মাধ্যম ছিল ইংরেজী, কিন্তু সাধারণ লোকের মধ্যে ইউরোপীয় জ্ঞান-বিজ্ঞানের প্রতি আকর্ষণ সৃষ্টি করবার কাজে হিন্দু কলেজের দান অসামান্য। হিন্দু কলেজ কর্তৃপক্ষের অগ্ররোধে কলিকাতা বুক সোসাইটি বাংলা ভাষায় বিজ্ঞান-গ্রন্থ রচনার কাজে এগিয়ে এলেন। চুঁচুড়া অঞ্চলের বিদ্যালয়গুলির প্রধান পরিদর্শক মিঃ মে প্রথম বাংলা ভাষায় একখানা অঙ্কের বই রচনা করেন। বইটির রচনাকাল 1817 সাল। বইটির নাম অঙ্ক পুস্তকম। বইটির দ্বিতীয় সংস্করণ প্রকাশিত হয়েছিল 1819 সালে। সেই বছরেই গণিতাঙ্ক নামে আরও একখানা অঙ্কের বই প্রকাশিত হয়। বইটির লেখক জন হার্গে। কবিতার মাধ্যমে নানা গাণিতিক সমস্যার সমাধান এই বইটির অন্ততম আকর্ষণ। এর পর বাংলা 1246 সালে হলধর সেন ইংরেজী ভাষায় অনতিজন্দের জন্মেই আর একখানা অঙ্কের বই লেখেন। এই বছরেই হিন্দু কলেজ থেকে প্রকাশ করা হয় দ্বিতীয়-সেবতি গণিতাঙ্ক। তাছাড়া ইউরোপের একখানা

নাম করা জ্যোতির্বিজ্ঞানের বই বাংলা ভাষায় অনূদিত হয়েছিল। অমুবাদ কার্যের সঙ্গে যুক্ত ছিলেন মিঃ ইয়েট্‌স, রাজা রামমোহন রায়, রাধাকান্ত দেব, বীর্ষমোহন দত্ত, মহেশচন্দ্র পালিত, হরুচন্দ্র পালিত এবং মিঃ গর্ডন। 1824 সালে ইয়েট্‌স-এর পদার্থবিজ্ঞান-সার প্রকাশিত হয়। মধ্যযুগের ইউরোপের জ্ঞান-বিজ্ঞানের গ্রন্থ রচনার রীতি অমুসরণ করে ইয়েট্‌স গুরু-শিষ্যের কথোপকথনের মাধ্যমে এই বইখানা রচনা করেছিলেন।

বাংলা ভাষায় ভূগোলের বই রচনার গোড়া-পত্তন করেন জন ফ্রাঙ্ক মার্শম্যান এবং হপ্‌কিন্স পিয়ার্স। 1824 সালে কলিকাতা বুক সোসাইটি পিয়ার্সনের ভূগোল ও জ্যোতিষ ইত্যাদি বিষয়ক কথোপকথন প্রকাশ করেন।

সে যুগে বাংলা ভাষায় বিজ্ঞানের বই রচনার ক্ষেত্রে বিশেষ কৃতিত্ব দেখান উইলিয়াম কেরীর পুত্র কেলিস কেরী। তিনি 16 খণ্ডে বিজ্ঞান-বলী রচনা করেন। বইখানা প্রকাশ করেন কলিকাতা বুক সোসাইটি 1820 সালে। সাধারণ লোকের উপযোগী করে বিজ্ঞানের বহু বিষয়ে এই গ্রন্থে আলোচনা করা হয়েছে।

1828 সালে প্রকাশিত হয় প্রাণী-বিজ্ঞান সম্বন্ধে ‘পঞ্চাবলী’। গ্রন্থখানা সঞ্চলন করেন মিঃ লোন্স এবং অমুবাদকার্য করেন মিঃ পিয়ার্স। 1852 সালে প্রকাশিত পঞ্চাবলীর দ্বিতীয় সংস্করণের মূলে ছিলেন পণ্ডিত কেশবচন্দ্র বিদ্যাসাগর এবং পণ্ডিত তারাপ্রসন্ন বিদ্যালঙ্কার। এর পর ইয়েট্‌স-এর পদার্থবিজ্ঞান, জন ম্যাকের কিমিয়া-বিজ্ঞান এবং আরও দু-একখানা বিজ্ঞান পুস্তক রচনা করা হয়। এখানে উল্লেখ করা

বেতে পারে যে, এই সময়ে কয়েকখানা শিশুপাঠ্য গ্রন্থে নানা ধরনের বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধ প্রকাশিত হয়েছিল। বলা যেতে পারে যে, ছোটদের জন্মে বিজ্ঞান রচনার স্বরূপাত এখন থেকেই।

উনবিংশ শতাব্দীর প্রথমার্ধে কয়েকখানা সাময়িক পত্রও বাংলা ভাষার বিজ্ঞান-চর্চার মাধ্যম হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। এর মধ্যে দিগ্‌দর্শন (১৮১৮ সাল), জ্ঞানোদয় (১৮৩১ সাল), জ্ঞানোদয় (১৮৩১ সাল), বিজ্ঞান সেববি (১৮৩২ সাল), বিজ্ঞান সার সংগ্রহ (১৮৩৩ সাল), বিজ্ঞানদর্শন (১৮৪২ সাল) প্রভৃতির নাম উল্লেখ করা যেতে পারে।

উপরের আলোচনা থেকে একটা ব্যাপার বেশ স্পষ্ট বুঝা যায় যে, বিজ্ঞান রচনার ছুটি ধারা আজকের মত সেকালেও প্রচলিত ছিল। এক—পাঠ্যপুস্তকের মাধ্যমে বিজ্ঞান-চর্চা; দুই—বিভিন্ন পত্র-পত্রিকা এবং গ্রন্থের মাধ্যমে সাধারণের মধ্যে বিজ্ঞান-চর্চা। প্রথম ধারাটিকে আমরা পাঠ্য-পুস্তক বিজ্ঞান এবং দ্বিতীয়টিকে সার্বজনীন বিজ্ঞান বা পপুলার সায়েন্স বলে নামকরণ করতে পারি। বাংলা ভাষার বিজ্ঞান-চর্চার এই সার্বজনীন ধারাটিই উপযুক্ত কারিগরের হাতে পড়লে বিজ্ঞান-সাহিত্য হয়ে ওঠে, পাঠ্য-পুস্তক বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে যার সম্ভাবনা খুবই কম। বাংলা ভাষার বিজ্ঞান-চর্চার প্রথম যুগে অবশ্য প্রথম ধারাটিরই প্রাধান্য ছিল। বর্তমান কালে অবশ্য দ্বিতীয় ধারাটিরও বহুল প্রচলন হয়েছে বটে, কিন্তু দুটি ধারার মধ্যে সীমারেখা বেশ স্পষ্ট। পাঠ্যপুস্তকের বিজ্ঞানের ভাষা কোন দিনই বিজ্ঞান-সাহিত্য হয়ে ওঠে নি; তেমনি আমাদের সার্বজনীন বিজ্ঞানও পাঠ্যপুস্তক-বিজ্ঞান হয় নি। এমন কি, পাঠ্যপুস্তকের বিজ্ঞানে সার্বজনীন বিজ্ঞান-ধারার একটু-আধটু স্পর্শ লাগাতে গিয়ে কোন কোন বিজ্ঞান পুস্তক পাঠ্য হিসাবে সূক্ষ্ম্য অর্জন করতে পারে নি।

সে বাই হোক, বিজ্ঞান-সাহিত্য বলতে বা বোঝার, তার চর্চা শুরু হয় অক্ষরকুমার দত্তের সময় থেকে। তাঁর প্রথম বিজ্ঞান-গ্রন্থ প্রকাশিত হয় ১৮৪১ সালে। অবশ্য এর আগেই রাজা রামমোহন রায় ভূগোল, জ্যোতির্বিজ্ঞান সম্বন্ধে কয়েকখানা গ্রন্থ রচনা করেছিলেন। যদিও অক্ষরকুমারের প্রথম গ্রন্থখানাও ভূগোল সম্বন্ধে, কিন্তু 'ছোটদের জন্মে বিজ্ঞান রচনার গোড়াপত্তনই করেছিলেন অক্ষরকুমার। চারুপাঠের বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধগুলিই এর সাক্ষ্য বহন করে। বৈজ্ঞানিক শব্দের যে বাংলা পরিভাষা তিনি তৈরি করে গেছেন, তার অনেকগুলি আজও ব্যবহৃত হয়ে থাকে। তাছাড়া তিনি ভক্তবোধিনী পত্রিকার সম্পাদক ছিলেন বারো বছর ধরে। এই পত্রিকা-টিতেও বহু বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধ বেরিয়েছে এবং এর অধিকাংশেরই লেখক ছিলেন অক্ষরকুমার নিজে। পত্রিকাটি সে সময়ে বেশ জনপ্রিয় ছিল।

অক্ষরকুমারের সমসাময়িক ধারা বিজ্ঞান রচনার হাত দিয়েছিলেন, তাঁরা হলেন রেন্ডারেও কৃষ্ণমোহন বন্দ্যোপাধ্যায়, ডাঃ রাজেন্দ্রলাল মিত্র এবং ভূদেব মুখোপাধ্যায়। এঁদের লেখার বিজ্ঞান বিষয়ক রচনা সাহিত্যের পর্যায়ে উন্নীত হয়েছিল, তবে এঁদের লেখাকে কোনক্রমেই ছোটদের জন্মে বিজ্ঞান রচনা বলা যায় না। এর পর বঙ্গদর্শন, আর্ষদর্শন, ভারতীয় বিবিধার্থ সংগ্রহ, রহস্য সন্দর্ভ প্রভৃতি পত্রিকার মাধ্যমে বিজ্ঞান-সাহিত্য আরও উন্নত স্তরে উঠলো। বলা-বাহুল্য, রাজেন্দ্রলালই বিবিধার্থ সংগ্রহ এবং রহস্য সন্দর্ভের বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধগুলির লেখক। বঙ্গদর্শনের বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধ-গুলি লিখতেন স্বরূপ বঙ্কিমচন্দ্র। ভারতীতে গণিত সম্বন্ধে যে সব লেখা প্রকাশিত হয়েছে, তার লেখক ছিলেন কালীবর বেন্দ্যোপাধ্যায়, উদ্ভিদ সম্বন্ধে লিখতেন শ্রীপতিচরণ রায়।

এরই কাছাকাছি সময়ে বাসকদেব জন্মে দুটি পত্রিকা প্রকাশিত হয়। সেগুলি হলো অরোহণ ও

জ্যোতির্বিজ্ঞান। এই পত্রিকা দুটিতে ছোটদের উপ-
বোধী নানাবিধ প্রবন্ধ প্রকাশিত হতো। এসব
রচনা ছোটদের উপবোধী এবং তাদের কাছে সরল
করবার জন্তে নানা কাহিনীর অবতারণা করা হতো।
তাছাড়া বালকবন্ধু, সখা প্রভৃতি পত্রিকারও অনেক
বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধ প্রকাশিত হতো। এসব লিখতেন
ময়ধনাথ মুখোপাধ্যায়, ভুবনমোহন রায়, বিজ্ঞান-
নাথ বসু, উপেন্দ্রকিশোর রায়চৌধুরী প্রভৃতি।
উনবিংশ শতাব্দীর শেষভাগে অর্থাৎ বাংলা 1291
সালে প্রকাশিত হয় নবজীবন। নবজীবনে
বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধ লিখতেন রামেন্দ্রচন্দ্র ত্রিবেদী।
এই সময়ে ছোটদের জন্তে রচিত একখানা
বিজ্ঞানের বই, নাম শিশু-বিজ্ঞান বিশেষ জনপ্রিয়
হয়েছিল। বইটির লেখক ছিলেন বীরেন্দ্র পাণ্ডে।

রামেন্দ্রচন্দ্র ছিলেন একাধারে সাহিত্যিক,
দার্শনিক এবং বৈজ্ঞানিক। বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধাদি
ছাড়া তিনি যে কয়েকখানা পাঠ্যপুস্তক রচনা
করেছেন, তার মধ্যে পদার্থবিজ্ঞান পুস্তকখানা ছোট-
দের জন্তে রচিত। পরিভাষা সম্বন্ধে রামেন্দ্রচন্দ্রের
মত ছিল এই যে, পদার্থ-বিজ্ঞান, রসায়নশাস্ত্র
প্রভৃতিতে যে সব ইংরেজী বৈজ্ঞানিক শব্দ ব্যবহৃত
হয়ে আসছে, তা অবিকৃত রেখে শুধু বাংলা হরকে
ব্যবহার করা চলবে না। অবশ্য কিঞ্চিৎ পরবর্তী
কালে রবীন্দ্রনাথ নিজে কিছু বহু ক্ষেত্রে বৈজ্ঞানিক
শব্দের নতুন পরিভাষা সৃষ্টি না করবারই পক্ষপাতী
ছিলেন।

এর পর সাহিত্য, সাধনা, সাহিত্য পরিষদ
পত্রিকা প্রভৃতির মাধ্যমে বহু বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধ-
লেখকের আবির্ভাব ঘটে। শ্রয় রবীন্দ্রনাথ, জ্যোতি-
রিন্দ্রনাথ, বলেন্দ্রনাথ, বিজ্ঞাননাথ, সুরেন্দ্রনাথ—
এরা সকলেই অল্পমাত্র বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধ রচনা
করে গেছেন।

উনবিংশ শতাব্দীর শেষের দিকে বালক, সাধী,
সখা ও সাধী, মৃতল প্রভৃতি ছোটদের পত্রিকার
অনেক বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধ প্রেরিত হয়েছে। এই সব

লেখাকে সত্যকারের ছোটদের জন্তে লেখাই বলা
চলে। বালক পত্রিকাটিতে কখনো কখনো বিজ্ঞান
সংবাদ পরিবেশন করতেন রবীন্দ্রনাথ নিজে।
অত্যন্ত লেখকদের মধ্যে ছিলেন উপেন্দ্রকিশোর
রায়চৌধুরী, বিজ্ঞাননাথ বসু, জগদানন্দ রায়,
ভুবনমোহন রায়, আচার্য জগদীশচন্দ্র, বোধীন্দ্রনাথ
সরকার প্রভৃতি। আরও পরবর্তী কালের সম্মেলন,
শিশুসাধী, রামবহু, ধোকাখুঁ প্রভৃতি পত্রিকার
মাধ্যমে ছোটদের জন্তে বিজ্ঞান বিষয়ক রচনা
উৎকর্ষ লাভ করেছে।

ছোটদের জন্তে বিজ্ঞান রচনার ক্ষেত্রে
জগদানন্দ রায়ই সম্ভবতঃ শ্রেষ্ঠ আসনের অধিকারী।
তার গাছপালা, গ্রহ-নক্ষত্র, নক্ষত্র চেনা, ছুটির বই,
বিজ্ঞানের গল্প প্রভৃতি বইগুলি ছোটদের উদ্দেশ্যেই
লেখা। তাছাড়া আলো, তাপ, চুম্বক, স্থির-বিদ্যুৎ,
চল-বিদ্যুৎ, পাখীর কথা, শব্দ প্রভৃতি বইগুলি
প্রমাণ দেয় যে, কত স্নেহ এবং সরলভাবে বিজ্ঞান
রচনা সম্ভব। আধুনিক বিজ্ঞান রচনার পূরণপাতই
করেন জগদানন্দ।

আগেই উল্লেখ করেছি, ছোটদের জন্তে বিজ্ঞান
রচনার দুটি ধারা বর্তমান। পাঠ্যপুস্তক বিজ্ঞান
এবং সার্বজনীন বিজ্ঞান বা পপুলার সায়েন্স।
বাংলা ভাষার বিজ্ঞান-চর্চার ক্ষুর থেকেই এই দুটি
ধারার মধ্যে সীমারেখা বেশ স্পষ্ট। অল্প ভাষার
কথা তেমন জানা নেই, তবে ইংরেজী
ভাষায়ও যে অল্প বিজ্ঞান পুস্তক রয়েছে, তার
মধ্যেও দুটি ভাগ রয়েছে Text books এবং
Books on popular science। ইংরেজী
ভাষার আর একটি ধারা হলো গবেষণামূলক
প্রবন্ধ। নানা কারণে বাংলা ভাষার এই জাতীয়
তেমন কোন রচনা প্রকাশিত হয় না। বর্তমানে
গবেষণামূলক প্রবন্ধাদি দিয়ে একটি বাংলা
সাপ্তাহিক পত্র চলছে। তবে এই দিকটার সাক্ষ্য
লাভের সম্ভাবনা কম বলেই মনে হয়।

পাঠ্যপুস্তকের সঙ্গে বিজ্ঞান-সাহিত্য রচনার

এতেদ এইখানে যে, পাঠ্যপুস্তক রচনার জন্মে একটা নির্দিষ্ট পাঠ্যক্রম বা সিলেবাস যেনে চলতে হয় এবং কাজটি করতে হয় সীমাবদ্ধ পরিধির মধ্যে। লেখকের স্বাধীনতা পাঠ্যপুস্তক রচনার ক্ষেত্রে তাই খুবই কম। কিন্তু বিজ্ঞান-সাহিত্য রচনার ক্ষেত্রে এই ধরনের বাধাবাধি অনেকটা কম। দ্বিতীয়তঃ ভাষার দিক দিয়ে, বাংলা পাঠ্যপুস্তক খাঁর পড়ান, তাঁরা বিশেষভাবে গোড়াধির পরিচয় দেন—বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে তো বটেই। লেখক ও প্রকাশক তাঁদের মুখ চেয়েই বই লেখেন বা প্রকাশ করেন। তৃতীয়তঃ পাঠ্যক্রম বা সিলেবাস যে সব ক্ষেত্রেই সঙ্গতিপূর্ণ হয়, এমন কথা বলা চলে না। এর কলে পাঠ্যপুস্তকের অলোচ্য বিষয়ের মধ্যে ধারাবাহিকতা ব্যাহত হয়। পাঠ্যপুস্তকে কখনো কখনো যে অসঙ্গতিপূর্ণ আলোচনা দেখা যায়, তার কারণ এখানেই।

ছোটদের জন্মে বিজ্ঞান-সাহিত্য বা সার্বজনীন বিজ্ঞান রচনা করতে লেখককে কয়েকটি বিষয়ের প্রতি বিশেষ নজর দিতে হবে—(১) বিষয়বস্তু, (২) ভাষা ও বানান, (৩) পরিভাষা এবং (৪) উপস্থাপন।

বিষয়বস্তুর দিক দিয়ে বলতে গেলে বলতে হয় যে, বিজ্ঞানের যে কোন বিষয়ই ছোটদের কাছে পরিবেশন করা চলে। তবে সেটা নির্ভর করে পরিবেশন-পদ্ধতির উপর। অযথা গুরুভার আরোপ করতে গিয়ে অনেক ক্ষেত্রে ছোটরা বিজ্ঞানের প্রতি তেমন আকর্ষণ অনুভব করে না। গল্পের আকারে বিজ্ঞানের কোন জটিল তথ্যও পরিবেশিত হলে ছোটরা তাতে মুগ্ধ হয়। কিন্তু এখানেও যাত্রাবোধ থাকা দরকার। অল্পত প্রবোজ্য হলেও ছোটদের জন্মে লেখার মধ্যে লেখক যেন তাঁর বুদ্ধিমত্তা প্রকাশের চেষ্টা না করেন। তবে তথ্য কিছু থাকবে না, শুধু গল্প করলে, সে রচনা বিজ্ঞান-রচনা হবে না। “বিশ্ব পরিচয়”র ভূমিকার রবীন্দ্রনাথ বলেন,

এই বইখানিতে একটি কথা লক্ষ্য করবে—“এর নোকাটা অর্থাৎ এর ভাষাটা বাতে সহজে চলে, সে চেষ্টা এতে আছে। কিন্তু মাল কমিয়ে দিয়ে একে হালকা করা কর্তব্য মনে করি নি।”

যতটা সম্ভব সহজ এবং সরল ভাষার ছোটদের জন্মে লেখা উচিত। তবে ভুল তথ্য যেন কোনক্রমেই পরিবেশন করা না হয়। রবীন্দ্রনাথ বলেন, “তথ্যের যাথার্থ্যে এবং সেটাকে প্রকাশ করার যাথার্থ্যে বিজ্ঞান অল্পমাত্রাও স্থলন করা করে না।” বানান সম্বন্ধেও বিশেষ সাবধানতা অবলম্বন করা উচিত। বর্তমানে বাংলা ভাষার বানান-পদ্ধতি র‍্যাশন্টালাইজ করবার বিশেষ প্রয়োজন হয়ে পড়েছে—বিশেষ করে ছোটদের জন্মে বিজ্ঞান রচনার ক্ষেত্রে তো বটেই। পরিভাষা সম্বন্ধে বক্তব্য এই যে, যে সব বৈজ্ঞানিক শব্দ আন্তর্জাতিক রূপ পেয়েছে, তার জন্মে কষ্টকল্পিত পরিভাষা ব্যবহারের প্রয়োজন আছে বলে মনে হয় না। এই জাতীয় শব্দ বাংলা হরফে লিখলেই নানা দিক দিয়ে সুবিধা হবে। রবীন্দ্রনাথের কথায়—“বিজ্ঞানের সম্পূর্ণ শিকার জন্মে পারিভাষিকের প্রয়োজন আছে। কিন্তু পারিভাষিক চর্য জাতের জিনিষ। দাঁত ওঠার পর সেটা পথ্য। সেই কথা মনে করেই যতদূর পারি পরিভাষা এড়িয়ে সহজ ভাষার দিকে মন দিয়েছি।”

বিজ্ঞানের কোন একটি বিষয় কি তাতে উপস্থাপিত করতে হবে ছোটদের সামনে, তা একটা আর্ট। উপস্থাপন পদ্ধতির উপরই নির্ভর করে, বিজ্ঞান-রচনা সাহিত্য পর্দারে উন্নীত হলো কি না। এর জন্মে ভাষা, বিষয়বস্তু, তথ্য—সবার উপরই চাই অসামান্য দখল।

বর্তমান কালে বাংলা ভাষার অনেক বিজ্ঞান-সাহিত্যের বই রচিত হচ্ছে। এর মধ্যে বহু বই আবার ছোটদের জন্মেই রচিত। সুখের কথা, খুব সুন্দর বইও—কি বিষয়বস্তু, কি

উপস্থাপন-পদ্ধতি—সব দিক দিয়ে বিচার করে—এর মধ্যে অনেক রয়েছে। অনেক কথার কথার বিদেশে, বিশেষ করে ইংরেজী ভাষার এই জাতীয় বইয়ের প্রাচুর্যের কথা উল্লেখ করে থাকেন। কথাটা যে সব সময়ে বিশেষ গুরুত্ব দিয়ে বলা হয়, তা মনে হয় না। কারণ আমার মনে হয়েছে, তাঁরা সম্ভবতঃ দু-দিকের খবর পুরাপুরি রাখেন না। অবশ্য এমন কথা বলা চলে না যে, বাংলা ভাষার ব্যাপকভাবে ছোটদের জন্তে বিজ্ঞান-সাহিত্য রচিত হচ্ছে। এর অন্ততম কারণ এই যে, সাধারণভাবে আমাদের দেশের মাতৃভাষার মাধ্যমে বিজ্ঞান-লেখকদের মধ্যে নিষ্ঠার অভাব। এ ছাড়া অন্তান্ত বহু কারণও যে রয়েছে, তা বলাই বাহুল্য।

নানা সমস্যা থাকা সত্ত্বেও বিজ্ঞানের বিভিন্ন বিষয় নিয়ে ছোটদের জন্তে বহু গ্রন্থ রচনা করা হচ্ছে এবং দ্বিধাহীনভাবে বলা যায় যে, এই সব বইয়ের অনেকগুলি সত্যই রসোত্তীর্ণ। তাছাড়া বিভিন্ন পত্র-পত্রিকায়ও বহু রচনা প্রকাশিত হচ্ছে, যা পড়ে ছোটরা বাস্তবিকই উপকৃত হয়। তবে উৎপাদিত মালের পরিমাণ বেশী হলে তার মধ্যে কিছু কিছু ভূমিমালাও যে থাকবে না, এমন কথা বলা যায় না।

ছোটদের জন্তে বিজ্ঞান রচনার ক্ষেত্রে কয়েকটি সমস্যার কথা উল্লেখ করা যেতে পারে। এই জাতীয় রচনার ক্ষেত্রে অংশীদার হলেন তিন পক্ষ—(1) লেখক, (2) প্রকাশক ও (3) পাঠক। ধরা যাক, লেখক একটি সার্থক বিজ্ঞান-রচনা করলেন, কিন্তু প্রকাশককে তা প্রকাশ করবার আগে প্রথমেই ভাবতে হবে, এই বইটি প্রকাশ করে তিনি কতটা লাভবান হবেন। মনে রাখতে হবে, তিনি ব্যবসায় করতে বসেছেন; দেশের ছোটদের মধ্যে জ্ঞান-বিজ্ঞান প্রচারের প্রাথমিক দায়িত্ব তাঁর নিশ্চয়ই হতে পারে না। তিনি ভাববেন, এই বিজ্ঞান বইটির পাঠক-সংখ্যা কোন রোমাঞ্চকর উপলব্ধির চেয়ে নিশ্চয়ই কম হবে। সমগ্র পৃথিবীতে বিজ্ঞানের যতই অগ্রগতি হোক না কেন, আমরা, বিশেষ করে আমাদের ছোটরা তার কতটুকু অংশীদার? এই তো সোঁদীন মাহুঘের পদচিহ্ন পড়লো তাঁদের মাটিতে। সঙ্গে সঙ্গে এই

সমস্যা কয়েকখানা বইও বেরিয়ে গেল বাংলা ভাষায়। কিন্তু তার বিক্রি হলো ক'খানা? খবর নিলে আশাহত হতে হবে। ছোটদের জন্তে কোন বিজ্ঞান-সাহিত্য এক হাজারের বেশী ছাপা হয়, এমন খবর বিরল, ততোধিক বিরল এই জাতীয় বইয়ের দ্বিতীয় সংস্করণ হবার খবর। কাজেই নিছক অ্যাডভেঞ্চারের মোহ ছাড়া কোন প্রকাশকই এগিয়ে আসতে চাইবেন না এরকম লাভহীন ব্যবসারে। যদি আসেন, তবে তার প্রাথমিক কর্তব্যই হবে লেখককে কি করে সামান্য কিছু দক্ষিণা দিয়ে বা একদম কিছু না দিয়ে পারা যায়। এরকম ঘটনার ক্ষেত্রে লেখকের নিরুৎসাহিত হওয়া ছাড়া গত্যন্তর আছে কি? তৃতীয় পক্ষ হলো পাঠকসমাজ। বালক এবং কিশোর পাঠকসমাজে বই পড়বার প্রবণতা যে আগেকার দিনের চেয়ে বর্তমানে বেশী; তাতে সন্দেহ নেই। কিন্তু তাদের মধ্যে কজন বিজ্ঞান-সাহিত্য পড়ে? সংখ্যাটি যে নিতান্তই নগণ্য, তা একটু লক্ষ্য করলেই যে কোন লোকের নজরে পড়বে। কয়েক বছর আগে ছোটদের জন্তে নতুন ধরণের কয়েকখানা বিজ্ঞান-সাহিত্য প্রকাশিত হয়েছিল। কলকাতার একটি প্রথম শ্রেণীর সাপ্তাহিক পত্রিকা মন্তব্য করেছিল—বাংলার ঘরে ঘরে এই গ্রন্থের প্রচলন হওয়া প্রয়োজন। কিন্তু গ্রন্থ রচনা করার প্রথম সংস্করণের এক হাজার বই কাটতেই বছর দশ-পনেরো লাগবে বলে মনে হচ্ছে—বলেন বইটির প্রকাশক। এই-ই যখন ছোটদের জন্তে বিজ্ঞান-সাহিত্যের স্বাভাবিক চিত্র, তখন আশার আলো কতটুকু—তা তিন পক্ষই ভেবে দেখতে পারেন। তবে ছোটদের জন্তে এই ধরণের সাহিত্য বাঁচা রচনা করেন, তাঁরা কি হাত গুটিয়ে নেবেন? নিশ্চয়ই নয়। কারণ তাঁদের বিশ্বাস করতে অস্বরোধ জানাই—Every dark cloud is not without silver lining.

[শিশু সাহিত্য পরিষদ আয়োজিত সাহিত্য সভার পঠিত প্রবন্ধের সংক্ষিপ্তসার। বাংলা ভাষার বিজ্ঞান-চর্চার ইতিহাস লিখতে মূলতঃ শ্রীবুদ্ধদেব তট্টাচার্য এগীত 'বঙ্গ সাহিত্যে বিজ্ঞান' বইটির সাহায্য নেওয়া হয়েছে।]

সঞ্চয়ন

ট্রিবোলজি

যখন কোন ঢাকা বা দরজা থেকে কাঁচাকোচ শব্দ ওঠে, আমরা তখন তাতে তেল দেই। সেই তেল দুটি অংশের গা বেয়ে নীচে নেমে গিয়ে পরস্পরের ঘর্ষণ রোধ করে।

কিন্তু বিজ্ঞানীরা ক্রমেই জানতে পারছেন যে, তেল বা তেলজাতীয় পদার্থগুলি ঘর্ষণ প্রতি-রোধের ব্যাপারে সব সময় যথেষ্ট নয়। কাজেই তাঁরা ঘর্ষণজনিত ক্ষয়ক্ষতি নিবারণে নতুন নতুন পদ্ধতি আবিষ্কারের চেষ্টা করে চলছেন।

তাঁদের গবেষণার এই নতুন বিষয়ের নাম দিয়েছেন ট্রিবোলজি, অর্থাৎ ঘর্ষণ-সমীক্ষা। ব্রিটিশ কার্ম ও ক্যান্ট্রিগুলিকে সাহায্যের উদ্দেশ্যে বিজ্ঞানীরা জাশজাল সেক্টর অব ট্রিবোলজিও গড়ে তুলেছেন।

বুটেনের বিজ্ঞানীরা দেখেছেন, বিভিন্ন কারখানার ঢাকা, অ্যাজল, বিয়ারিং, পিষ্টন প্রভৃতি বদল করতে বছরে যে ব্যয় হয়ে থাকে, তার মোট পরিমাণ 50 কোটি পাউণ্ড।

যাত্র দু-বছর আগে জাশজাল সেক্টর অব ট্রিবোলজির জন্ম হয়। এরই মধ্যে এই সংস্থা 70টি কার্যের টাকা বাঁচাতে সাহায্য করেছে। কখনো কখনো সমস্যা তেমন দুরূহ নয়। কোন্ বিশেষ তেল বা গ্রীজের সাহায্যে কলকজা সবচেয়ে মন্থগতাবে চলবে, সেটি বের করতে পারলেই হলো। আবার অনেক সময় সেটা বের করাই যথেষ্ট নয়।

উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, অনেক ষাণ্টোৎপাদক যন্ত্রেই তেল দেওয়া নিরাপদ নয়—তেল গড়িয়ে ষাণ্ট নষ্ট করতে পারে, এজন্তে বিজ্ঞানীরা এসব যন্ত্র-পাতিতে তেল ব্যবহার না করে এক ধরনের প্রাথমিক

ব্যবহার করছেন, যা যন্ত্রগুলিকে মন্থগতাবে চালুরাখে।

কলকজার সঙ্গে জড়িত আর একটি সাধারণ সমস্যা হলো—লরি বা মোটর গাড়ীর কলকজার সন্ধিস্থল থেকে তরল পদার্থ বেরিয়ে আসা বা লিক্ করবার ব্যাপার।

অনুরূপভাবে কলকজার সন্ধিস্থল থেকে বিপজ্জনক গ্যাস বা রাসায়নিক দ্রব্যও বেরিয়ে আসতে পারে। যন্ত্রের দুটি অংশের মধ্যে কিছু কীক থাকা আবশ্যিক। অবশ্য এই কীকের ভিতর দিয়ে লিক্ করবার সমস্যাও থেকে যায়।

ট্রিবোলজিস্টরা এজন্তে এক ধরনের খাতুর তৈরি আশ উদ্ভাবন করেছেন, যা এই কীক বন্ধ করে দেয় অথচ যন্ত্রের দুটি অংশকে চলতে বাধা দেয় না। বস্তুতঃ এই ধরনের গবেষণার কথা মনে রেখেই বুটেনের পারমাণবিক শক্তি কর্তৃ-পক্ষের সহায়তায় জাশজাল সেক্টর অব ট্রিবোলজি গড়ে ওঠে।

ব্রিটিশ বিজ্ঞানীরা অন্ত আর এক জাবেও কলকজার ক্ষয়ক্ষতি নিবারণের পথ দেখিয়ে দিয়েছেন। যন্ত্রাংশ নির্মাণে অনেক সময় তুল উপাদান ব্যবহার করবার কলে কলকজার বেশী ক্ষতি হয়। তাঁরা সেগুলি নানা রকম বিচিত্র পদ্ধতিতে বের করে থাকেন।

ল্যাক্সাশায়ারের রিসলীতে অবস্থিত জাশজাল সেক্টরে বর্তমানে প্রায় 30 জন ট্রিবোলজিস্ট কাজ করছেন। তবে তরুণ বিজ্ঞানীরা এই বিষয়ে পড়াশুনা করবার সুযোগ পান উক্তর ইংল্যান্ডের দুটি বিশ্ববিদ্যালয়ে। এই দুটি বিশ্ববিদ্যালয় হলো লীডস্ ও স্টালকোর্ড।

অঙ্কের যাদুকর

অমিতোব ভট্টাচার্য*

গণিতশাস্ত্রের উপর অসামান্য দখল বা তীক্ষ্ণ বুদ্ধি থাকলেই অতি দ্রুত গাণিতিক হিসাব করা সম্ভব, এমন কোন সহজ সিদ্ধান্ত করা যায় না। তাই যদি হতো, তাহলে আর্কিমিডিস, নিউটন বা আইনষ্টাইন সবাইকে চমকে দিয়ে অসামান্য দ্রুততার সঙ্গে মানসিক করতে পারতেন। বিশ্ব-বিখ্যাত বৈজ্ঞানিকদের অনেকেই এই জাতীয় ক্ষমতার কোন পরিচয় নেই, যদিও গণিতশাস্ত্রে তাঁদের জ্ঞান ছিল অসামান্য। আবার বিপরীত চিত্রেরও অভাব নেই। বিজ্ঞান-জগতে কার্ল ফ্রেডরিক গসের অবদান অসীম। তিনি তো মাঝে মাঝে গর্ব করেই বলতেন—কথা বলার চেয়েও তাড়াতাড়ি তিনি অঙ্ক করতে পারেন। শোনা যায়, তাঁর পিতা যখন শ্রমিকদের সাপ্তাহিক বেতনের হিসাব করছিলেন, তখন নিত্যন্ত শিশু এই গস পিতাকে একেবারে হতবাক করে দিয়ে হিসাবের ভুল দেখিয়ে দিয়েছিলেন। পরে আবার শুণে দেখা গেল, বালক গসের উত্তরটিই নিখুঁত! গস তখন লিখতে-পড়তে জানতেন না।

দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের সময় কন নরম্যান, এনরিকো ফের্মি আর রিচার্ড ফেম্যান এক সঙ্গে গবেষণা করতেন। এঁরা প্রত্যেকেই নিজ নিজ বিষয়ে অত্যন্ত ধূরন্ধর বিজ্ঞানী ছিলেন। গণিত সংক্রান্ত কোন হিসাবের সমস্যা দেখা দিলেই এই তিন বৈজ্ঞানিক তৎপর হয়ে উঠতেন। ফের্মি এক-খানা স্নাইড ক্রলে মন দিতেন। ফেম্যান ডেক্স ক্যালকুলেটর পছন্দ করতেন। নরম্যান সে সবের ধারে-কাছেও যেতেন না। তিনি চুপচাপ বসে যেন মনে হিসাব করতেন। আশ্চর্যের বিষয় হলো, নরম্যানের কাছ থেকে উত্তরটি আসতো

সবার আগে। এই তিন জন বৈজ্ঞানিকের উত্তর সব সময়েই প্রায় এক হতো এবং এভাবে তাঁরা নিজেদের অঙ্কের শুদ্ধতা সম্পর্কে নিঃসন্দেহ হতেন।

নরম্যান, গস বা লিউনার্ড অরলারের মত গণিতশাস্ত্রের রথী-মহারথীদের এই তাত্ত্বিক অঙ্ক কষবার ক্ষমতাকে এক কথায় অলৌকিক বলা যেতে পারে। তবে তাঁরা কখনো লোকসমক্ষে তা প্রকাশ করেন নি বলে তাঁদের এই অভূতপূর্ব ক্ষমতার কথা বিশেষ একটা ছোট গভীর মধ্যেই আবদ্ধ ছিল। কাজেই সাধারণ মানুষের কাছে এই সকল বৈজ্ঞানিকদের প্রতিভার আর একটি দিক একেবারে অজানা হয়ে গেছে। কিন্তু এঁদের চেয়েও দ্রুততার সঙ্গে হিসাব করতে পারেন এমন লোকও দেখা দিল। ক্ষমতাটিকে তাঁরা পেশা হিসাবে গ্রহণ করলেন এবং ঊনবিংশ শতকে ইংল্যান্ড, ইউরোপ আর আমেরিকার রক্তমাংসে দাঁড়িয়ে অঙ্কের যাদুকরেরা এই অলৌকিক শক্তির পরিচয় দিয়ে বেড়াতে লাগলেন। অঙ্ক কষবার ম্যাজিক তাঁদের রাতারাতি খ্যাতি আর অর্থের প্রথম পর্দায় নিয়ে এল। লোকে দারুণ শক্ত শক্ত অঙ্ক করতে দিত আর তাঁরা অবলীলাক্রমে সে সব কবে কেলতেন। এঁদের মধ্যে অনেকেই নিত্যন্ত শিশু অবস্থায় এই দ্রুত হিসাবে পোক্ত হয়ে উঠেছিলেন। তাঁদের কেউ কেউ নিজেদের অঙ্ক কষবার পদ্ধতি সম্পর্কে কিছু কিছু বিবৃতি দিয়েছেন এবং এই সব বিবৃতিকে ভিত্তি করে বনো-বিজ্ঞানীরা এই রহস্যময় ক্ষমতার উৎস-সম্বন্ধে

* ডিকেন্স ইলেকট্রনিক্স রিসার্চ লেবরেটরী, হায়দরাবাদ-১।

বিশ্বের গবেষণা করেছেন। গবেষকদের ধারণা, বীরা এইরূপ দ্রুত অঙ্ক করেন, তাঁদের অনেকেই হয়তো আসল পদ্ধতিগুলি বোমাগুম চেপে গেছেন, নয়তো তাঁরা কিভাবে হিসাব করেন, নিজেরাও তা ভাল করে জানতে বা বিশ্লেষণ করতে চেষ্টা করেন নি। বরং ক্ষেত্রবিশেষে উষ্টো একটা মানসিকতা লক্ষ্য করা গেছে—কেউ কেউ এই ক্ষমতার সঙ্গে একটা অলৌকিক ভাব মিশিয়ে দিয়ে সাধারণ মানুষের চোখে অসাধারণ আখ্যা পেতে চেষ্টা করেছেন।

এই ক্ষমতার সঙ্গে ঐশ্বরিক শক্তির কোন সম্পর্ক আছে কিনা, সেটা তর্কের ব্যাপার। কিন্তু জগতে বত মাহুস দেখা যায়, তাদের সকলেই সমান গুণী, জ্ঞানী বা কীর্তিমান হয় না। মাহুস মাজেরই প্রকৃতিদত্ত কিছু কিছু গুণ আছে; কারোর বেশী, কারোর কম। সচরাচর অদৃশ্য, এমন গুণ বা ক্ষমতা থাকে যে মাহুসটির, আমরা তাকে চট করে আলাদা করে চিনে নিতে পারি আর তার প্রতিভার স্বীকৃতি দেই। অঙ্কের বাহুকরদের বেলায়ও হয়তো একই কথা খাটে। সাধারণভাবে প্রতিভা বলতে আমরা যা বুঝি, অধিকাংশ বাহুকরদের মধ্যে সে রকম কিছু একটা দেখা যায় নি। কেউ কেউ অত্যন্ত নিরন্তরের বুদ্ধিবৃত্তি নিয়েও অসামান্য গাণিতিক শক্তির পরিচয় দিয়েছে এবং অনেক চেষ্টা করেও এই শক্তির কোন যুক্তিসঙ্গত ব্যাখ্যা দেওয়া সম্ভব হয় নি।

সম্প্রতি 28 বছর বয়স্ক এক আমেরিকান বয়স্ক সম্পর্কে আর্সর্ভ সব থবর পাওয়া গেছে (Scientific American, August, 65, P. 42)। এদের নাম চার্লস ও জর্জ। বিগত 15টি বছরের 13টি বছর তারা একটা মানসিক হাসপাতালে কাটিয়েছে এবং বছর দুয়েক আগে তাদের নিউইয়র্ক স্টেট সাইকিয়াট্রিক ইনস্টিটিউটে স্থানান্তরিত করা হয়েছে। ইনস্টিটিউটের বিশেষজ্ঞদের রিপোর্ট এই বয়স্কের প্রতিভা সম্পর্কে অনেক

আলোকপাত করেছে। সাল-তারিখ গণনার এদের জুড়ি নেই বলা যেতে পারে। অথচ এদের I. Q. (Intelligent quotient) হলো 60 থেকে 80-র মধ্যে—অর্থাৎ প্রায় নির্বোধ। তারা খুব সহজ ও সাধারণ বোগ-বিয়েগও করতে পারে না। কিন্তু 2002 খৃষ্টাব্দের ফেব্রুয়ারীর 15 তারিখ শুক্রবার কিংবা 1599 খৃষ্টাব্দের 28শে অগাষ্ট বুধবার—ইত্যাদি তারা বেশ সাবলীলভাবেই বলতে পারে। যখন জিজ্ঞেস করা হলো, কোন্ কোন্ বছরে 21শে এপ্রিল বুধবার? দু'ভাই তৎক্ষণাৎ জবাব দিল 1963, 1957, 1953, 1946 ...। প্রায় 6 বছর বয়সেই জর্জ এই শক্তির পরিচয় দিতে আরম্ভ করে। আর 9 বছর বয়সে চার্লসের মধ্যে এই শক্তি সংক্রামিত হয়। প্রথম প্রথম চার্লস হিসাব করতে বখেটে ভুল করতো, কিন্তু জর্জ কোন দিন ভুল করে নি।

এই বয়স্কের সাল-তারিখ গণনার ক্ষমতা 200 বা 400 বছরের মধ্যে সীমাবদ্ধ নেই। জানা গেছে, 6000 বছরের ক্যালেন্ডার জর্জের নখদর্পণে। কাজেই তারা যে সব মুগ্ধ রেখে স্তুতিমহন করে উত্তর দেবে, তা প্রায় অসম্ভব এবং উত্তরের অসামান্য দ্রুততা যে কোন কয়লা আশ্রয়ের সিদ্ধান্তকেও বাতিল করে দিয়েছে। বিশেষজ্ঞেরা এই ব্যাপারের কোন যুক্তিসঙ্গত বৈজ্ঞানিক ব্যাখ্যা দিতে পারেন নি বরং বয়স্কের উত্তরটিই তাঁদের কাছে অনেক বেশী লজিক্যাল মনে হয়েছে। সাল-তারিখ গণনার এই অসামান্য দক্ষতার কারণ সম্পর্কে তাদের প্রশ্ন করা হলে তারা জবাব দিয়েছে—আমি জানতাম, কিংবা আমার মনের মধ্যে ছিল।

যে সব অতি নিম্ন-বুদ্ধিবৃত্তিসম্পন্ন লোক ক্ষেত্র-বিশেষে মাহুসকে ভেলুকি দেখাতে পারে, তাদের বলা হয় Idiot Savant—সোজা বাংলার বোকা বিজলোক। জর্জ, চার্লস আর বাস্‌টন নামে একজন ইংরেজ কুবককে এই দলে বেলা যেতে পারে। বাস্‌টন সারা জীবন চাব-আবাদ করে

কাটিয়েছে আর কোন দিন অঙ্ক কষবার পারদর্শিতা নিয়ে লোকের সামনে দাঁড়ায় নি। কিন্তু স্থানীয় সুনাম অবশেষে তাকে রয়েল সোসাইটিতে টেনে নিয়ে এল। একদিন তাকে 'রিচার্ড থ্রী' নাটকের অভিনয় দেখানো হলো। লণ্ডনের মধ্যে ডেভিড গেরিকের তখন যথেষ্ট নামডাক। নাটক দেখা শেষ হলে বাঙ্কটন নাটকের ভালমন্দের ধারে-কাছেও গেল না, শুধু মন্তব্য করলো—অভিনেতা গেরিক মোট 14,445টি শব্দ উচ্চারণ করেছে এবং মঞ্চের উপর 5202 বার পা ফেলেছে। সব ব্যাপারে হিসাব করবার একটা অপ্রতিরোধ্য আকর্ষণ বাঙ্কটনের অঙ্ক কষবার ক্ষমতাকে প্রায় পাগলামির পর্যায়ে নিয়ে এসেছিল। শোনা যায়, যে কোন ক্ষেত্রের উপর একবার হেঁটে গিয়ে তার ক্ষেত্রফল আসন্ন বর্গ ইঞ্চিতে অঙ্কিত দক্ষতার সঙ্গে বলতে পারতো। কিন্তু সে কোন দিন লিখতে, গড়তে বা অঙ্ক কষতে জানতো না।

জনসমক্ষে এই ধরনের অলৌকিক অঙ্ক কষবার পরিচয় দেন জারা কলবার্ন। ইনি 1801 সালে এক গরীব কৃষকের ঘরে জন্মগ্রহণ করেন। কলবার্নের পিতা, প্রপিতামহী আর তাঁর এক ভাইয়ের ছ-হাতে ছ'টা করে আঙ্গুল ছিল। জারা কলবার্নও ছ-হাতে একটা করে বাড়তি আঙ্গুল থাকবার পারিবারিক ঐতিহ্য এড়াতে পারেন নি। কলবার্নের দশ বছর বয়সে অঙ্গোপচার করে এই আঙ্গুল দুটি বাদ দেওয়া হয়। জীবনের প্রথম অধ্যায়ে এই বাড়তি আঙ্গুল দুটিই তাঁর এই অদৃষ্টপূর্ব গণনাশক্তির জন্ম দিয়েছিল বলে অনেকে কল্পনা করেন। কিন্তু বাস্তবিক পক্ষে এই কল্পনার কোন ভিত্তি নেই। আমাদের দশমিক প্রণালীর সঙ্গে ছ-হাতে দশটা করে আঙ্গুলের যতটা নিকট সম্পর্ক আর গণনা-পদ্ধতির যে লজ্জিক পাওয়া যায়, বর্তমান ক্ষেত্রে তা পাওয়া যায় না। তাহাঁড়া অনেক মাস্তবের হাতে এই রকম বেশী আঙ্গুল থাকে, কিন্তু তারা সবাই দ্রুত

পদ্ধতিতে অঙ্কের খেলা দেখাতে পারে না। কলবার্ন লেখা-পড়া শেখবার অনেক আগে থেকেই গুণতে পারতেন। তাঁর বাবা এই গণনাশক্তির ব্যবসায়িক ভবিষ্যৎটি চট করে কল্পনা করে নিলেন। তাই আর দেৱী না করে ছেলেকে নিয়ে লম্বা এক ভ্রমণে বের হলেন। আট বছর বয়সে কলবার্নের নাম সারা ইংল্যান্ডে ছড়িয়ে পড়লো। সেই বয়সে যে কোন চার অঙ্কের দুটি সংখ্যার গুণফল তিনি প্রায় সঙ্গে সঙ্গেই করে দিতে পারতেন। একবার তাঁকে 21734-কে 543 দিয়ে গুণ করতে বলার সামান্য ভেবে তিনি বলে দিলেন 11,801,562! কি করে গুণফলটি পেলেন জানতে চাইলে তিনি উত্তর দিয়েছিলেন, 543 হলো 181 আর 3-এর গুণফল। 543 দিয়ে গুণ না করে 181 আর 3 দিয়ে মূল সংখ্যাটিকে গুণ করা অনেক সোজা। তাই তিনি 21734-কে প্রথমে 3 এবং পরে 181 দিয়ে গুণ করেছেন।

ওয়ারিংটন আর্টিং নামে কলবার্নের এক শুভানুধ্যায়ী কিছু টাকা-পয়সার ব্যবস্থা করে তাঁকে স্কুলে পাঠালেন। শিক্ষার প্রথম পর্ব শেষ হলো প্যারিসে, দ্বিতীয় পর্ব ইংল্যান্ডে। বয়সের সঙ্গে সঙ্গে কলবার্ন অঙ্কের ম্যাজিক দেখানো ছেড়ে দিলেন। স্কুল-কলেজের শিক্ষার সঙ্গে সঙ্গে তাঁর মন অল্প সব পাঠ্যবস্তুর দিকে আকৃষ্ট হবার কলেই তিনি মানসাক্ষ কবা ছেড়ে দিয়েছিলেন কিনা জানা যায় না কিংবা এমনও হতে পারে যে, বয়োবৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে তাঁর সেই ক্ষমতা অক্ষতিত হয়েছিল। 35 বছর বয়সে তাঁর বুদ্ধি হবার আগে পর্বস্ত কলবার্ন নরউইক বিশ্ব-বিদ্যালয়ের বিদেশী ভাষা ও সাহিত্যের অধ্যাপক ছিলেন।

কলবার্নের সমসাময়িক জর্জ পার্কীর বিভিন্ন ইংল্যান্ডে অঙ্ক কষবার তেলুকি দেখিয়ে সবাইকে অবাক করে দিয়েছিলেন। বিভারের জন্ম 1806 সালে, জন্মস্থান ডেভনশায়ার। বিভারের বাবা

পাখরের কাজকর্ম করতেন আর বালক বিডারকে মোটামুটিভাবে সংখ্যা গণনার বিভ্রাট শিখিয়ে ছিলেন, আর্থিক কারণে এর বাইরে কোন রকম উচ্চশিক্ষার ব্যবস্থা আর সম্ভব হয় নি। অথচ কেবল খেলাচ্ছলে বিডার মার্বেল আর বোতাম দিয়ে অঙ্ক করার বেশ পোক্ত হয়ে গেলেন। ৩ বছর বয়সে তিনি পিতার সঙ্গে দেশভ্রমণে বের হয়ে যাত্রতত্ত্ব অঙ্কের ম্যাজিক দেখিয়ে বেড়াতে লাগলেন। কেউ এক জন প্রশ্ন করেছিলেন—পৃথিবী যদি চাঁদ থেকে ১২৩,২৫৬ মাইল দূরে হয় এবং শব্দের গতি মিনিটে চার মাইল হলে পৃথিবী থেকে চাঁদে শব্দ যেতে কতক্ষণ লাগবে? এক মিনিটেরও কম সময়ে বিডার উত্তর দিয়েছিলেন ২১ দিন ৯ ঘণ্টা ৩৪ মিনিট। দশ বছর বয়সে তাঁকে ১১৯, ৫৫০, ৬৬৯, ১২১-এর বর্গমূল নির্ণয় করতে বলা হলে বিডার মাত্র ৩০ সেকেন্ডে জবাব দেন ৩৪৫, ৭৬১।

এডিনবরা বিশ্ববিদ্যালয়ের অধ্যাপকেরা বিডারের শিক্ষাদীক্ষার ভার নেন। পরবর্তী কালে তিনি পড়াশুনার দিব্যি নাম করে কেলেন এবং বথাসময়ে ইংল্যান্ডের একজন প্রথম শ্রেণীর ইঞ্জিনিয়াররূপে সুনাম অর্জন করেন। ইংল্যান্ডের রেলপথ প্রদারণে তাঁর জীবনের অনেকাংশ ব্যয়িত হলেও তাঁর নাম অমর হয়ে আছে লণ্ডনের ভিক্টোরিয়া ডক নির্মাণের জন্তে। ভিক্টোরিয়া ডক নির্মাণের কলার্কোশল তাঁরই কল্পনাপ্রসূত এবং তাঁরই কর্তৃত্বাধীনে ডকটি নির্মিত হয়েছিল। কলবার্নের সঙ্গে বিডারের তুলনা করলে দেখা যায়, বয়সের সঙ্গে বিডার দ্রুত অঙ্ক করার শক্তি হারিয়ে কেলেন নি। যদিও পরবর্তী কালে বঙ্গবিদের বৃত্তি নেবার পর তিনি কচিং কখনো অঙ্কের ম্যাজিক দেখিয়েছেন।

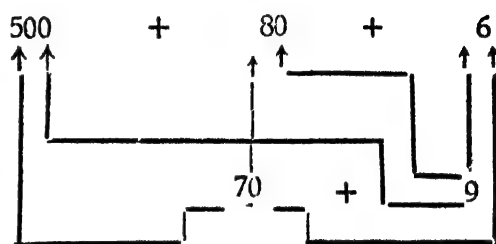
কলবার্ন আর বিডার দু-জনেই গুণ করার সময় বড় বড় সংখ্যাগুলিকে করেকটা ভিন্ন

ভিন্ন সুবিধাজনক অংশে ভাগ করে নিতেন। তারপর বীজগণিতের বঙ্গগুণনের মত একটা বিশেষ প্রক্রিয়ার গুণফল বের করে নিতেন। আজকাল অনেক স্কুলেও এই পদ্ধতিতে অঙ্ক শেখানো হয়ে থাকে। উদাহরণ হিসেবে ৫৮৬ আর ৭৯-এর গুণফল বিডারের নিয়মে নির্ণয় করতে হলে:—

$$586 \times 79$$

$$586 = 500 + 80 + 6$$

$$79 = 70 + 9$$



$$1ম ধাপ = 500 \times 70 = 35000$$

$$2য় ধাপ = 35000 + (70 \times 80) = 40600$$

$$3য় ধাপ = 40600 + (70 \times 6) = 41020$$

$$4র্থ ধাপ = 41020 + (9 \times 500) = 45520$$

$$5ম ধাপ = 45520 + (9 \times 80) = 46240$$

$$6ষ্ঠ ধাপ = 46240 + (9 \times 6) = 46294$$

$$\text{অর্থাৎ } 586 \times 79 = 46,294।$$

আপাতদৃষ্টিতে এই পদ্ধতিটি বেশ জটিল মনে হওয়া স্বাভাবিক। কিন্তু প্রচলিত ডান দিক থেকে বা দিকে গুণনের প্রক্রিয়া থেকে এটা যে অনেক সহজ, সেটা গুণনের ছকটা মনোযোগ সহকারে লক্ষ্য করলেই স্পষ্ট হবে। তবে এই পদ্ধতিটি নিঃসন্দেহে অত্যাস-সাধারণ এবং চেষ্টা করলে যে কেউ এই নিয়মে মনে মনে অঙ্ক করতে পারবেন। প্রশ্ন উঠতে পারে, প্রচলিত নিয়ম থেকে এটি সহজ কেন? প্রশ্নটির উত্তর বিডার নিজেই দিয়েছেন। লণ্ডনের ইনস্টিটিউট

অব সিভিল ইঞ্জিনিয়ার্সে তিনি একটা মূল্যবান বক্তৃতা দেন। বক্তৃতাটি 1856 সালে ইনস্টিটিউটের জার্নালে ছাপা হয়। বিভারের মতে, একটা ধাপ অঙ্ক কষা হয়ে গেলে শুধু গুণকলটি ছাড়া আর কিছু মনে রাখবার দরকার নেই। দ্বিতীয় ধাপের গুণকলের সঙ্গে মনে-রাখা পূর্বের গুণকলটি যোগ করে যোগকলটি মনে রাখলেই হবে। এইভাবে পরবর্তী ধাপগুলিও খুব সহজে করা যাবে।

এই শতকের একটি বিশ্বয় হলেন ভারতের শ্রীশকুন্তলা দেবী। ইনিও খুব অল্প বয়স থেকে অঙ্ক কষার অদ্ভুত ক্ষমতার পরিচয় দেন। শকুন্তলা দেবী 15 বছর বয়সে ইংল্যান্ডে যান এবং বি. বি. সি-র টেলিভিশন প্রোগ্রাম করে আন্তর্জাতিক খ্যাতি লাভ করেছেন।

একজন চৈনিক অধ্যাপক 2¹⁹⁷-এর মান নির্ণয় করতে দেন শকুন্তলা দেবীকে আর সঙ্গে সঙ্গে একটি কম্পিউটারও একই অঙ্ক কষতে আরম্ভ করে দেয়। কোন কাগজ-কলম না নিয়ে 31 বছরের এই কর্ণাটকী মহিলা মাত্র 30 সেকেন্ডে জবাব দেন : 170141183460469231731687303715884105-728 আর বস্তুর লাগলো পুরা দু-মিনিট। চৈনিক অধ্যাপক মস্তব্য করেছিলেন, এর চেয়ে কঠিনতর কোন অঙ্কের কথা তিনি তারতেই পারেন না। 1966 সালে তিনি দক্ষিণ কোরিয়া, মালয়েশিয়া, সিঙ্গাপুর এবং হংকং-এর বিভিন্ন জায়গা ঘুরে আসবার পর বোম্বাইয়ে তিনি বলেছেন যে, জীবনের সবচেয়ে শক্ত অঙ্কটি কষতে তিনি সময় নিয়েছেন মাত্র 52 সেকেন্ড। অঙ্কটি ছিল একটি 31-অঙ্কের সংখ্যার সঙ্গে 17 অঙ্কের সংখ্যার গুণ। তাঁর সঙ্গে প্রতিযোগিতার নেমেছিল একটি ব্যক্তিক মস্তিষ্ক। কিন্তু বস্তুর শকুন্তলা দেবীর সঙ্গে পাল্লা দেওয়া তো দূরের কথা, অঙ্কটি শেষই করতে পারলো না (The Indian Express, Oct. 11, 1967)।

সাল-তারিখ গণনা শকুন্তলা দেবীর সবচেয়ে

প্রিয় খেলা। যে কোন সালের কোন তারিখ কি বার ছিল—ইত্যাদি তিনি অসামান্য দক্ষতার সঙ্গে মাত্র কয়েক সেকেন্ডের মধ্যেই বলে দিতে পারেন।

ভারতের বিভিন্ন প্রান্তে অটোমেশন নিয়ে জল্পনা-কল্পনা আর আন্দোলনের শেষ নেই। অনেক বিদেশী মুদ্রা ধরচ করে বখন দামী দামী সব যন্ত্রপাতি আমদানী করার ব্যবস্থা হচ্ছে, ঠিক সেই সময় দিল্লীর I. I. T. একটি কম্পিউটারের বিকল্প হিসাবে শকুন্তলা দেবীর কাছে একটি প্রস্তাব দিয়েছিল। তিনি রহস্ত করে বলেছেন—কারণ আমার জন্তে তো আর বিদেশী মুদ্রা ধরচ করতে হবে না।

শকুন্তলা দেবী তাঁর মাতৃভাষা কানাড়ী ছাড়াও তামিল, প্যানিনিস, ইংরেজী প্রভৃতি ভাষা জানেন। তাঁর সাহিত্যপ্রীতিও অসামান্য। এপর্বন্ত তিনি 11-টি ইংরেজী ছোট গল্প লিখেছেন এবং সব কয়টি গল্পই বিভিন্ন পত্রিকায় প্রকাশিত হয়েছে। কানাড়ী ভাষার তাঁর লেখা একটি নাটকও আছে।

কিভাবে তিনি এত দ্রুতগতিতে এত জটিল অঙ্ক কষতে পারেন, সে সম্বন্ধে প্রশ্ন করা হলে প্রশস্ত ললাটে একবার হাত বুলিয়ে জবাব দিয়েছিলেন—এটা হয়তো ভগবানের দেওয়া একটি আশীর্বাদ। জন্মের এক মাস আগে বাবা আর এক ঘণ্টা পরে মা মারা বাবার পর একমাত্র ভগবান ছাড়া তাঁর সহায় আর কেউ ছিল না।

দ্রুত অঙ্ক কষার রাজ্যে জীবিত বিশ্বদেহ মধ্যে আলেকজান্ডার ক্রেইগ এটকিন অন্ততম। ইনি এডিনবরা বিশ্ববিদ্যালয়ের গণিত শাখার এমেরিটাস অধ্যাপক। 1895 সালে নিউজিল্যান্ডে তাঁর জন্ম। অসামান্য অঙ্কের বাহুরদের মত নিতান্ত অল্প বয়স থেকে মনে মনে তিনি অঙ্ক কষা আরম্ভ করেন নি বরং গোড়ার দিকে তিনি অঙ্কে মোটেই চোঁকশ ছিলেন না।

কিন্তু বেদিন অঙ্কের ক্লাসে মাষ্টার মশাই $a^2 - b^2 = (a+b)(a-b)$ সূত্রটি দিয়ে কত সহজে অঙ্ক কষা সম্ভব দেখালেন, সেদিন ক্রত অঙ্ক কষার তাঁর হাতেখড়ি হয় (Science Journal, August, ১৯৬৭, P. ৩২)। বিডারের ঐতিহাসিক বক্তৃতার প্রায় এক-শ' বছর পরে এটুকিন লণ্ডনের সোসাইটি অব ইঞ্জিনিয়ার্সে ১৯৫৪ সালে একটি চমকপ্রদ বক্তৃতা দেন। বক্তৃতার বিষয়বস্তু ছিল: The Art of Mental Calculation with Demonstration। বক্তৃতাটি সোসাইটির জার্নালে প্রকাশিত হয় (December, ১৯৫৪)। এটুকিনের মূল্যবান বক্তৃতাটি একটি সম্পূর্ণ অজানা-অচেনা জগতের উপর আলোকপাত করেছে। ক্রত অঙ্ক কষতে গেলে মাহুটির মনে কি প্রতিক্রিয়া ঘটে, মন কোথায় কিভাবে চিন্তা করে, কেমন করে হিসাব করে—ইত্যাদি অনেক স্বাভাবিক কোঁতুল আর প্রশ্ন নিয়ে এটুকিনের আগে কেউ জনসমক্ষে বিশ্লেষণ করে বলেন নি।

অঙ্কের বাহুকররা যখন বড় বড় হিসাব প্রায় চোখের পলকে করে দেন, তখন কি অঙ্কটির প্রতিটি ধাপ মনের পর্দায় ছায়াছবির মত দেখতে পান? কেউ কেউ পান, কেউ কেউ পান না। আবার কেউ কেউ জানেনই না যে, তাঁরা দেখেন, কি দেখেন না। এটুকিন বলেছেন যে, তিনি চেষ্টা করলেই দেখতে পান। “অধিকাংশ ক্ষেত্রেই অঙ্কটির উত্তর মনের কোন এক আড়ালে বেন লুকিয়ে থাকে। আসলে মনের এই অবস্থাটি ক্রতি বা দৃষ্টির বাইরে একটি অভিনব জগৎ, যার সঠিক বর্ণনা আমি দিতে পারবো না। আমি অনেক ক্ষেত্রে দেখেছি, অঙ্ক কষবার আগেই আমি উত্তর পেয়ে গেছি। অঙ্ক কষা হয়ে গেলে উত্তর বেলাতে গিয়ে আমি নিজেই অবাক হয়ে গেছি।”

এটুকিনের বক্তৃতা থেকে জানা যায় ক্রত হিসাব কষবার ক্ষেত্রে চাই অসামান্য স্মৃতিশক্তি

আর সম্পূর্ণ ভিন্ন প্রকৃতির একটি মানসিকতা। বেশীর ভাগ ক্ষেত্রেই অনেক বড় বড় সংখ্যাকে মনের মধ্যে ধরে রাখতে হয়। কারণ মানসিক করতে গেলে নানা রকমের স্ট্রটকাট, চার্ট কম্বুলা আর হিসাবের অসংখ্য গোলকধাঁধা একেবারে নখদর্পণে থাকা চাই। মনে রাখতে পারবার অসামান্য এই ক্ষমতা আর ঐকান্তিক আগ্রহই এই সব মাহুদের অস্ত্র মাহুথ থেকে সম্পূর্ণ আলাদা করে রেখেছে। বিডারের বরস যখন দশ, তখন তিনি কাউকে দিয়ে বোর্ডে ৪০টি অঙ্কের একটি রাশি লিখিয়ে নিয়ে দর্শকদের দিকে মুখ রেখে সংখ্যাটি গড় গড় করে পড়ে দিতেন। অনেক অঙ্কের বাহুকর প্রোগ্রামের শেষে প্রোগ্রামের প্রতিটি সংখ্যাই মুখস্ত বলে দিতে পারেন। এই ভাবে সংখ্যা মনে রাখবার নানা কার্যদা আছে এবং ব্যক্তিবিশেষের মনে রাখবার এই টেকনিক আলাদা আলাদা হয়ে থাকে। সংখ্যাগুলিকে অনেকে ছন্দে বা কথার গঁথে রাখেন আর দর্শকদের অবাক করে দেবার পক্ষে এই পদ্ধতিটি একেবারে মোক্ষম বলা যেতে পারে। আসলে এই ছন্দ বুনে বাওয়ার উপর নির্ভর করছে কে কত তাড়াতাড়ি সংখ্যা-গুলিকে মুখস্ত বলে দিতে পারবে। প্রসঙ্গতঃ এটুকিন তাঁর সমসাময়িক মার্কুইস জুবেরের নামে একজন করাসী বাহুকরের নাম উল্লেখ করেন। তিনি পাই-এর (π-বৃত্তের পরিধি÷বৃত্তের ব্যাস) মান দশমিক স্থানের পর ৭০৭ অঙ্ক পর্যন্ত মুখস্ত করে রেখেছিলেন। তোতা-পাখীর মত মুখস্ত করে রাখবার ব্যাপারটিকে তিনি সময় আর শক্তির অপচয় বলে মনে করতেন। অথচ জুবেরের কয়েক বছর আগেই এই কর্মটি করেছিলেন। কিন্তু তাঁর মনে রাখবার ধরণটি সম্পূর্ণ পৃথক আর অভিনব ছিল বলে তাঁর কাছে মুখস্ত করাটা সময় আর শক্তির অপব্যবহার বলে মনে হয় নি। π-এর মানকে

তিনি 50 অঙ্কের কয়েকটা সারিতে ভাগ করে রাখলেন। এই 50টি অঙ্কে আবার পাঁচটা-পাঁচটা করে দশটা ভাগে ভাগ করে একটা হাজার আকারে মনে রেখে দিলেন। π -এর মান 1000 অঙ্ক পর্যন্ত নির্ণয় করা হলে দেখা গেল 1873 সালে মানক্স 707 অঙ্ক পর্যন্ত যে মানটি নির্ণয় করেছিলেন, তার শেষের 150টি অঙ্ক ভুল; অর্থাৎ এটুকিন আর ডবেররের মনে-রাখা মানটি একেবারে মাঠে মারা গেল! কিন্তু এটুকিন হার মানলেন না। তিনি মানক্সের অঙ্ক জায়গাটি থেকে ছন্দটিকে একটু নতুন করে চেলে সাজালেন। এবারও কোন অসুবিধা হলো না। তিনি 1000 দশমিক স্থান পর্যন্ত π -এর মানকে মনের মধ্যে গোঁথে রেখে দিলেন। তারপর বক্তৃতা বন্ধ করে π -এর মান সাবলীল ভঙ্গীতে 250 অঙ্ক পর্যন্ত লিখলেন। দর্শকদের মধ্যে একজন পরবর্তী 50টি অঙ্ক বাদ দিয়ে লিখতে অস্বরোধ করতেই তিনি প্রায় না থেমেই 301-তম অঙ্ক থেকে লিখতে শুরু করলেন। 50টি অঙ্ক লেখা হয়ে গেলে আবার অস্বরোধ এল 501-তম স্থান থেকে বেন আর 105টি অঙ্ক লেখা হয়। এটুকিন শ্রোতাদের অস্বরোধ রাখলেন। তারপর π -এর একটি টেবিল থেকে মিলিয়ে দেখা গেল, এটুকিনের মানে কোন ভুল নেই। শুধু তাই নয়, 1000 স্থান পর্যন্ত π -এর মান তিনি উল্টো দিক থেকেও অনারাস ভঙ্গীতে লিখতে পারেন।

এটুকিনের বক্তৃতা থেকে জানা যায়, তাঁর মগজে ঠাসা রয়েছে অসংখ্য বর্গমূল, ঘনমূল ও লগারিদমের টেবিল। তাছাড়া এক বছরে কত সেকেন্ড, কত আউলে এক টন ইত্যাদি অতিকার জনপ্রিয় সংখ্যা তাঁর কণ্ঠস্থ। 97 হলো 100-এর নিকটতম সর্বসুস্থ যৌলিক সংখ্যা। দর্শকদের কাছ থেকে কচিং কখনো $\frac{1}{3}$ -এর দশমিক মান নির্ণয়ের প্রশ্ন আসতে পারবার সম্ভাবনার এটুকিন

তা সবসময় প্রতিবন্ধ করে রেখেছেন। তাছাড়া রয়েছে নানা স্ট্রীকাটের কলার্কোশন। এসব কারদা কিছু কিছু শিকার দ্বারা আয়ত্ত আর বাকী সব নিজস্ব আবিষ্কারের ফল। যে কোন জটিল অঙ্ক করতে গেলে সবার আগে বা দরকার, তা হলো চকিতে সবচেয়ে যৌক্তিক স্ট্রাটেজী নির্ধারণ করা। এই তাত্ত্বিক স্ট্রাটেজীর বৈশিষ্ট্য বোঝাতে গিয়ে তিনি একটা উদাহরণ দিয়েছেন—আপনাকে কেউ 9-অঙ্কটি দিয়ে শেষ হয়েছে এমন কোন ভগ্নাংশের দশমিক মান নির্ণয় করতে দিয়েছেন। ধরুন, ভগ্নাংশটি হলো $\frac{1}{6}$ । সরাসরি ভাগ না করে 59-এর জায়গায় মনে মনে লিখুন 60 এবং 0'1-কে 6 দিয়ে ভাগ করুন। এটুকিনের ভাগ করবার পদ্ধতিটি এক কথায় অতিনব আর চিত্তাকর্ষক।

$$\begin{array}{r} 0'01694915 \\ 6 \) \ 0'10169491 \dots\dots \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ \hline 41 \\ \hline 36 \\ \hline 56 \\ \hline 54 \\ \hline 29 \\ \hline 24 \\ \hline 54 \\ \hline 54 \\ \hline 9 \\ \hline 6 \\ \hline 31 \\ \hline 30 \\ \hline 1 \dots\dots \text{ইত্যাদি।} \end{array}$$

লক্ষ্য করলে দেখা যাবে, প্রতি ধাপে ভাগফলে যে অঙ্কটি এসেছে, সেটাকে ভাজ্যের পরবর্তী অঙ্কে বসানো হয়েছে। সাধারণ দশমিক ভাগ প্রক্রিয়ার যতক্ষণ অঙ্ক না বেলে বা শৌনঃপুদিক না আসে, ততক্ষণ আমরা সচরাচর শূন্য (0) বসিয়ে থাকি। কিন্তু এটুকিন তা করেন নি এবং এভাবে হিসাব করে গেলে 9 দিয়ে শেষ

হয়েছে, এমন সব তথ্যগুলির দশমিক মান নির্ণয় অতি সহজে করা সম্ভব। আর একটি উদাহরণ নেওয়া যাক— $\frac{1}{2}$ । আমাদের যতদূর সম্ভব লক্ষ্য করতে হবে, নীচের সংখ্যাটির প্রথম অঙ্কে যেন 9 আসে। তাহলে উপরে আর নীচে 3 দিয়ে গুণ করে $\frac{3}{2}$ পাওয়া গেল। এখন 99-এর সঙ্গে 1 যোগ করে 1.5-কে 10 দিয়ে ভাগ করলেই হলো।

বীজগণিতের বহু প্রচলিত একটি সূত্র প্রয়োগ করে এটকিন বর্গনির্ণয়ের সমস্তাটিকে নিতান্ত সহজ করে এনেছেন। এইভাবে অঙ্ক কষবার অল্পপ্রেরণা পেয়েছিলেন স্কুলজীবনে তাঁর অঙ্কের শিক্ষকের কাছ থেকে। এটকিনের বর্গনির্ণয়ের পদ্ধতি অবলম্বন করে 623-এর বর্গ নির্ণয় করা যাক।

প্রশ্ন : 623×623

স্ট্র্যাটেজী : $a^2 = (a+b)(a-b) + b^2$

$$\begin{aligned} 623 \times 623 &= (623+23)(623-23) + 23^2 \\ &= 646 \times 600 + 529 \\ &= 388129 \end{aligned}$$

এখানে b -এর এমন একটি মান নিতে হবে, যা হবে আকারে ছোট এবং এক বা একাধিক শূন্যসমেত $(a+b)$ অথবা $(a-b)$ -এর মান প্রকাশ করে। বলা বাহুল্য b -এর বর্গের মানটি অবশ্যই আপনার সুখস্ত থাকি চাই। যদি দুই অঙ্কের কোন সংখ্যার একক স্থানে 5 থাকে, তাহলে এটকিনের ফর্মুলা দিয়ে একনিমেষে তার বর্গ নির্ণয় করা সম্ভব। উদাহরণ হিসাবে সংখ্যাটি যদি 75 হয়, তাহলে 7-এর পরবর্তী অঙ্ক 8 দিয়ে 7-কে গুণ করুন। পেলেন 56। এখন 5-এর বর্গ হলো 25। তাহলে 75^2 হবে 5625। একই-ভাবে $55^2 = 3025$, $95^2 = 9025$ ইত্যাদি।

শোনা যায় রাসগোর একজন গণিতের অধ্যাপকের সঙ্গে এটকিন একবার ডেক্স ক্যালকুলেটরের একটি প্রদর্শনী দেখতে যান। প্রদর্শনীর

একটি টেলে একজন তত্ত্বলোক বয়স সম্পর্কে একটি মনোরম বক্তৃতা দিয়ে বেশ নাটকীয় ভঙ্গীতে ঘোষণা করলেন—এবার আমরা 23,586কে 71,243 দিয়ে গুণ করবো। তত্ত্বলোকের সুখের কথা প্রায় কেড়ে নিয়ে এটকিন জবাব দিয়েছিলেন—আপনি পাবেন 162,12,80,838! টেলের ম্যানেজার ব্যাপারটিকে নিছক ঠাট্টা ভেবে স্বয়ং এগিয়ে এসে যন্ত্রের সাহায্যে যথারীতি গুণটি করলেন এবং অতিমাত্রার অবাক হয়ে গম্ভীরভাবে আর দ্বিতীয় কথাটি না বলে নিজের জায়গায় চলে এসেছিলেন।

কয়েকটি বিশেষ ব্যতিক্রম বাদ দিলে ঐতিহ্য অঙ্ক কষার ক্ষেত্রে যন্ত্র মানুষকে নিঃসন্দেহে ছাড়িয়ে গেছে। আজকাল সব ব্যাপারে হিসাব করতে বসে মানুষ সময়ের অপচয় করে না। বিজ্ঞানের বিশ্বকর অগ্রগতির আর সমস্তা সমাধানের শুদ্ধতার মান বজায় রাখতে হলে যন্ত্রের সাহায্য ছাড়া আর উপায় নেই। তাছাড়া চাহিদা মত কোন দেশেই অঙ্কের বাহুকর পাওয়া যায় না—যাতে যন্ত্রের বদলে মানুষ বসিয়ে দিলেই কাজ চালাবেন। যেতে পারে! যতই বিজ্ঞানের উন্নতি হতে থাকবে, ততই মানুষ আরও বেশী বস্ত্রনির্ভর হয়ে পড়বে; ফলে এমন দিন হয়তো আসবে যখন এটকিন বা শকুন্তলা দেবীর মত প্রতিভা আর দেখা যাবে না। এটকিন নিজেই স্বীকার করেছেন যে, যেদিন তিনি প্রথম ডেক্স ক্যালকুলেটর পেলেন, সেদিন থেকেই মনে মনে অঙ্ক কষবার আর প্রেরণা পেতেন না। তিনি তাঁর ঐতিহাসিক বক্তৃতার শেষে মন্তব্য করলেন—...কাজেই... ভবিষ্যতে মানুষ কম্পিউটার নামক স্পেসিমেন খুঁজে বেড়াবে আর আমি স্বচ্ছন্দে কল্পনা করে নিতে পারি যে, আমার এই শ্রোতাদের মধ্যে কেউ না কেউ 2000 খ্রীষ্টাব্দ পর্যন্ত বেঁচে থাকবেন আর হয়তো উদাসীনভাবে মন্তব্য করবেন...হাঁ, আমি এরকম একজনকে জানতাম বৈকি।

বিজ্ঞান-সংবাদ

চাঁদের মাটি থেকে জল

মার্কিন মহাকাশ-বিজ্ঞানীরা চাঁদের মাটি থেকে অক্সিজেন ও জল উৎপাদনের একটি সহজ ও কার্যকর পদ্ধতি খুঁজে পেয়েছেন। এতে চাঁদে গিয়ে মানুষের বসবাস করবার সম্ভাবনা উজ্জল হয়ে উঠেছে। তাছাড়া গ্রহাঙ্করে বাবার জন্তে বিরাটকার মহাকাশযানসমূহের চাঁদে এসে ইন্ধন নিয়ে বাবার সম্ভাবনাও দেখা দিয়েছে। অক্সিজেন মানুষকে বাঁচিয়ে রাখে, খাস-প্রখাসে মানুষ অক্সিজেন নেয়। এই অক্সিজেনই আবার মহাকাশযানেও চলনশক্তি জোগায়।

আমেরিকার মহাশব্দী মহাকাশযান কেন্দ্রের দশজন বিজ্ঞানী জানিয়েছেন যে, এক শত পাউণ্ড চাঁদশিলা থেকে এক পাউণ্ড জল উৎপাদন করা যেতে পারে। তবে ঐ মাটিকে চুষক শক্তির সাহায্যে জমাট ও ঘনীভূত করতে পারলে প্রতি এক শত পাউণ্ড শিলা থেকে 14 পাউণ্ড পর্যন্ত জল পাওয়াও সম্ভব। ঐ পদ্ধতিতে একটি পায়ে চাঁদমৃত্তিকা ও শিলা রাখা হয় এবং আতসী কাচের মাধ্যমে কেন্দ্রীভূত সূর্যরশ্মির সাহায্যে এই শিলা ও মাটিকে 6 শত থেকে 13 শত ডিগ্রী কাঃ পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়। অতঃপর ঐ পায়ে হাইড্রোজেন মিশে এক ধরণের বাষ্প তৈরি হয়। এই বাষ্পকে শীতল করেই জল পাওয়া যায়। আর অক্সিজেন পাবার পদ্ধতি হলো, এই বাষ্পকে ইলেকট্রোলাইসিস সেলের মাধ্যমে প্রবাহিত করলেই হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পৃথক হয়ে যায়।

চাঁদের মাটিতে ইলমেনাইট নামে যে পদার্থ প্রচুর পরিমাণে রয়েছে, তা আসলে আরবন টিটেনিয়াম অক্সাইড। অ্যাপোলো-11-এর, অ্যাপোলো-12-এর মহাকাশচারীরা চাঁদ থেকে যে সকল

মৃত্তিকা ও শিলা পৃথিবীতে নিয়ে এসেছিলেন। সে সকল বস্তু পরীক্ষা ও বিশ্লেষণ করেই এই কথা শোনা গেছে।

তবে এই নূতন পদ্ধতিতে জল বা অক্সিজেন উৎপাদনের জন্তে চাঁদ থেকে আনা এই সকল উপাদান ব্যবহার করা হয় নি। বিজ্ঞানীরা কৃত্রিম উপায়ে চাঁদ মৃত্তিকা তৈরি করে সেই সকল মৃত্তিকার উপর এই পরীক্ষা চালিয়েছিলেন। ইলমেনাইট নিয়ে আসা হয়েছিল ক্যানাডা থেকে, আর স্টেরক বা লবণজাতীয় পাথর হাওয়াই থেকে। এই দুটি উপকরণ উপযুক্ত পরিমাণে মিশিয়ে তাঁরা চাঁদের মৃত্তিকার অনুরূপ মৃত্তিকা তৈরি করেন। চাঁদে জল উৎপাদনের জন্তে হাইড্রোজেন অবশ্য পৃথিবী থেকে বয়ে নিয়ে যেতে হবে। সুবিধা এই যে, একই হাইড্রোজেন বহুবার ব্যবহার করা যাবে।

মহাশব্দী মহাকাশযান কেন্দ্রের গবেষণাগারে এই পদ্ধতি পরীক্ষা করে দেখা হয়েছে। বিজ্ঞানীরা যে সকল সাজসরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতির সাহায্যে এই পরীক্ষা চালিয়েছিলেন, সেগুলির ব্যবহার সম্পর্কে পেটেন্ট বা বিশেষ অধিকার লাভের জন্তে তাঁরা আবেদন করেছেন।

নতুন ধরণের পাঁউরুটি

বিজ্ঞানীরা নতুন এক ধরণের পাঁউরুটি তৈরি করতে পেরেছেন, যাতে অনেক কম পরিমাণ গম লাগে।

21টি উন্নয়নশীল দেশ থেকে এই নতুন ধরণের রুটি সম্পর্কে বুটেনের বৈদেশিক উন্নয়ন দপ্তরের ইপিক্যাল প্রোডাক্টস ইনস্টিটিউটের কাছে জানতে চাওয়া হয়েছে।

সাধারণভাবে রুটি তৈরি করে থাকে গম থেকে, বা গ্রীষ্মকালী ও আখা-গ্রীষ্মকালী দেশ-

গুলিতে অনার্সালতা নয়। নব-উদ্ভাবিত ক্রটিতে গমের পরিমাণ অনেক কম থাকে এবং পরিবর্তে ঘন, ভুট্টা বা তুলু ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া যে দেশে তুলুজাতীয় ষাণ্ড মেলে, এই পাউরুটিতে তাই উপাদান হিসাবে ব্যবহার করা চলে।

দক্ষিণ ইংল্যান্ডের কালহামে পরীক্ষামূলকভাবে যে বেকারীটি খোলা হয়েছে, তার কাজ যথেষ্ট উৎসাহবাজক। এই বেকারীতে প্রস্তুত একটি পাউরুটিতে মাত্র 60 শতাংশ গম এবং বাকী অংশ ক্যাসাভা স্টার্চ ও সরাসীনের মরদা।

আবর্জনা থেকে বিশুদ্ধ জল

নানা আবর্জনায়ুক্ত ময়লা জলকে বিশুদ্ধ পানীর জলে পরিণত করবার একটি অভিনব যন্ত্রের কার্যকারিতা ও গুণাগুণ গত তিন বছর বাবং পরীক্ষা করে দেখা হচ্ছে। এই বিষয়ে অজ্ঞাত যে সকল যন্ত্র রয়েছে, সেগুলির তুলনায় এই যন্ত্রটির সাহায্যে ময়লা জলকে নির্মল জলে পরিণত করবার খরচ অনেক কম। নিউইয়র্ক সহরের একাংশে লং-আরল্যান্ডের জামাইকাতে এই যন্ত্রটি স্থাপন করা হয়েছে। কারখানার বৃহৎ আধারে আবর্জনা ও ময়লা জল জমা রাখা হয় এবং পর পর বিদ্যুচ্চালিত ঘূর্ণায়মান পাত্রের মাধ্যমে এই সকল আবর্জনা কারখানার সরবরাহ করা হয়। এই সকল পাত্রে বিভিন্ন রকম জীবাণু জন্মায় এবং জলের নোংরা পদার্থ খেয়েই এই সকল জীবাণু বেঁচে থাকে। এই ব্যবস্থার সর্বশেষ পর্যায়ে দেখা যায়, ঐ সকল জীবাণু জলের সব নোংরা পদার্থ ই খেয়ে শেষ করে দিয়েছে। ঐ সময়ে ঐ জলকে কার্বন ফিল্টারের মাধ্যমে পরিশুদ্ধ করা হয়।

এই পরিকল্পনা রূপায়ণের জন্তে আন্তর্জাতিক দপ্তর প্রায় সাড়ে সাত লক্ষ ডলার দিয়ে সাহায্য করেছেন। নিউজার্সির নিউব্রালউইকস্থিত বাট-জারজ বিশ্ববিদ্যালয়ে এই প্রক্রিয়াটি উদ্ভাবিত হয়েছে। উক্ত জোয়েল ক্যাপলডকি এবং উইলবার.

এ. টরপীর তথ্যগ্রন্থস্থান ও গবেষণার ফলেই এই নতুন প্রক্রিয়া ও যন্ত্রটি উদ্ভাবিত হয়েছে। যি: টরপী নিউইয়র্ক সহরের জঞ্জাল অপসারণ বিভাগের প্রাক্তন ডেপুটি ডিরেক্টর।

এই প্রক্রিয়ার আরও একটি বিশেষ সুবিধা আছে। এর শেষের পাত্রটিতে এক প্রকার শ্রাওলাজাতীয় উদ্ভিদ জন্মানো হয়। ঐ শ্যাওলাকে পশুপাশ হিসাবে ব্যবহার করা যেতে পারে কিনা—সে বিষয়েও পরীক্ষা চলছে।

নোংরা জলকে সাধারণভাবে নির্মল করবার প্রক্রিয়া হচ্ছে—ময়লাসমূহকে বিতোতে দেওয়া, তাতে ময়লাসমূহ পাত্রের তলার এসে জমা হয়। নদীগর্ভে যেমন ময়লাসমূহের বিভিন্ন উপাদানের বিরোজন ঘটে, তেমনি এই নতুন প্রক্রিয়ারও আবর্জনাসমূহের বিরোজন ঘটানো হয়। নদী-গর্ভে এগুলির জারিত হতে প্রায় এক মাস লাগে, কিন্তু এতে লাগে মাত্র এক ঘণ্টা।

উদ্বাস্তদের গাড়ীচালনা থেকে নিবৃত্ত করার যান্ত্রিক ব্যবস্থা

মদ, অস্ত্র কোন মাদকদ্রব্য বা ভেবজ গ্রহণের জন্তে অথবা খাস-প্রখাসের সঙ্গে বিবাক্ত গ্যাস গ্রহণের ফলে যারা গাড়ী চালনার শক্তি হারিয়ে ফেলেন, তাদের ঐ কাজ থেকে নিবৃত্ত করবার একটি অভিনব যান্ত্রিক ব্যবস্থা আমেরিকায় উদ্ভাবিত হয়েছে। উদ্বাস্ত অবস্থার গাড়ী চালনার ফলে বহু দুর্ঘটনা ও মৃত্যু ঘটে থাকে। বর্তমানে এই ব্যবস্থা নিয়ে পরীক্ষা-নিরীক্ষা চলছে।

মোটর গাড়ীর যন্ত্রপাতি রাখবার স্থান ড্র্যাপ-বোর্ডে এটি স্থাপন করা হবে। ঐ ব্যবস্থায় গাড়ী চালাবার চাবি ঘোরাবার সঙ্গে সঙ্গে একটি ক্ষুদ্র পর্দার উপর পাঁচটি সংখ্যা ভেসে উঠবে এবং কিছুক্ষণ পরেই ঐ সকল সংখ্যা অদৃশ্য হয়ে যাবে। মোটর চালক কয়েক সেকেন্ডের মধ্যে ঐ সকল সংখ্যা সঠিকভাবে পাঠ করে কী বোর্ডে

লাগালেই গাড়ীটি আবার চলতে শুরু করবে। সঠিকভাবে পাক করতে না পারলে গাড়ী চলবে না। তবে তাকে আরও দু-বার সুযোগ দেওয়া হবে। আরও দুবার ঐ পর্দায় আবার পাঁচটি সংখ্যা ভেসে উঠবে। তখনও সঠিকভাবে পাক করতে সক্ষম না হলে গাড়ীটি আর চলবে না, সেখানেই দাঁড়িয়ে থাকবে।

জেনারেল মোটরস কর্পোরেশনের ইলেকট্রনিক বিভাগ কর্তৃক এই অভিনব যান্ত্রিক ব্যবস্থা উদ্ভাবিত হয়েছে। যারা খুব সচেতন ও স্মৃতিশীল, তাদের এতে কোন অসুবিধাই হবে না বলে বিজ্ঞানীদের ধারণা।

শুক্রগ্রহের অঞ্চলবিশেষের মানচিত্র

শুক্রগ্রহের আবহমণ্ডল সর্বদাই ঘন মেঘে আচ্ছন্ন থাকে। পৃথিবী থেকে সাধারণ দূরবীক্ষণ-যন্ত্রের সাহায্যে ঐ গ্রহের পৃষ্ঠদেশ দৃষ্টিগোচর হয় না। আমেরিকার ক্যালিফোর্নিয়া ইনস্টিটিউট অব টেকনোলজীর জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা এই বাধা দূর করার একটি অভিনব প্রক্রিয়ার উদ্ভাবন করেছেন এবং ঐ প্রক্রিয়ার ঐ গ্রহের একটি অঞ্চলের মানচিত্র তৈরির করাও সম্ভব হয়েছে। ঐ অঞ্চলটির আয়তন সমগ্র এশিয়ার চেয়েও বৃহৎ।

ঐ প্রক্রিয়ার 85 ফুট বা 25'5 সেন্টিমিটার ব্যাসের 'ডিশ' দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে 450000 ওয়াটের 12'5 সেন্টিমিটার দৈর্ঘ্যের বেতার-তরঙ্গ বা রেডার রশ্মি ঐ গ্রহাভিমুখে প্রেরণ করা হয়। ঐ সকল রশ্মি ঐ গ্রহে প্রতিফলিত হয়ে কিরে এলে সে সকল 210 ফুট ব্যাসের রেডিও-দূরবীক্ষণ যন্ত্রে গৃহীত হয়।

শুক্রপৃষ্ঠের গঠন অহুসারে ঐ রশ্মির কতক অংশ কোন কোন অঞ্চল আচ্ছাদ্য করে নেয়, অথবা বিশেষ ধরনে ছড়িয়ে পড়ে কিংবা ঐ রশ্মির শুক্রপৃষ্ঠ থেকে প্রতিফলিত হয়ে পৃথিবীতে কিরে আসতে কিছুটা বিলম্ব ঘটে। ঐ প্রতিফলিত রশ্মি বিজ্ঞানীরা

বিশ্লেষণ করে শুক্রপৃষ্ঠের ঐ অঞ্চলের আকৃতি নির্ধারণ করেছেন।

বিজ্ঞানীরা ঐ প্রক্রিয়ার ঐ গ্রহের যে অঞ্চলের মানচিত্র নির্মাণ করেছেন, তা প্রায় 4600 মাইল এবং দৈর্ঘ্যে 8500 মাইল। ঐ এলাকা সমতল বলেই তাঁদের কাছে মনে হয়েছে। ঐ পরিকল্পনার ডিরেক্টর ডক্টর রিচার্ড. এম. গোল্ডস্টিন বলেছেন যে, ঐ অঞ্চলের 1000 মাইল বিস্তৃত এলাকাটির সন্ধান সুস্পষ্টভাবে পাওয়া গেছে—এতে বৃহৎ প্রস্তর খণ্ড ছড়ানো থাকতে পারে। ঐ এলাকার নামকরণ করা হয়েছে অ্যালকা।

দেহ অবশ্য করার অভিনব ভেষজ

দেহকে বা বিশেষ অঙ্গ-প্রত্যঙ্গকে ভেষজের সাহায্যে অবশ্য করে রোগীর দেহে অজ্ঞোপচার করা হয় অথবা রোগীকে রোগ-যন্ত্রণা থেকে মুক্তি দেওয়া হয়। আমেরিকার এক নতুন ধরনের অ্যানিসথেটিক্স বা অবশ্য করার ভেষজ উদ্ভাসিত হয়েছে। ঐ সকল ভেষজ প্রয়োগ করলে রোগীর অঙ্গবিশেষ যেমন অবশ্য হয়ে যায়, তেমনি সে কানেও কিছুই শুনতে পায় না। চলতি অর্থে তার দেহচৈতন্ত অক্ষুরই থাকে।

আমেরিকার মেডিকেল অ্যাসোসিয়েশনের অ্যানিসথেসিয়ার বিষয়ে অধিবেশনে ক্যালিফোর্নিয়ার পালো আন্টোর ডাঃ জন. ডব্লিউ. পেনডার বলেছেন যে, এই নতুন ভেষজ প্রয়োগ করে দেখা গেছে—অজ্ঞোপচারের পর এর আদৌ কোন ক্ষতিকর প্রতিক্রিয়া হয় না এবং প্রয়োগ করার এক মিনিটের মধ্যেই এর ক্রিয়া হয়ে থাকে। আর একটি বিশেষ সুবিধা এই যে, কোন রকম সাহায্য ছাড়াই রোগী নিরবিত্ত ভাবে শ্বাস-প্রশ্বাস নিতে পারে। প্রচলিত ভেষজে কিন্তু তা হয় না। তিনি এই নতুন ভেষজের নামকরণ করেছেন ডিসেন্সো-শিরেটিড অ্যানিসথেটিক্স।

ব্যাঙ্গালোরে ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের 58তম অধিবেশন

মূল সভাপতি ও শাখা সভাপতিদের সংক্ষিপ্ত পরিচিতি

ডক্টর বি. পি. পাল

মূল সভাপতি

1906 সালে মুকম্পুরে ডক্টর বি. পি. পাল জন্মগ্রহণ করেন। তিনি বার্মার শিক্ষালভ করেন এবং রেজুন বিশ্ববিদ্যালয় থেকে প্রথম শ্রেণীর অনার্স-সহ উদ্ভিদবিজ্ঞান এম. এস-সি. ডিগ্রি লাভ করেন।

1929 সালে রাষ্ট্রীয় বৃত্তি লাভ করে তিনি কেম্ব্রিজ বিশ্ববিদ্যালয়ে যোগদান করেন এবং বিখ্যাত গম-প্রজননবিদ সার রাউল্যাণ্ড বিকেন এবং সার ফ্রাঙ্ক একলেডো-এর তত্ত্বাবধানে ডক্টরেট ডিগ্রীর জন্তে কাজ করেন। 1933 সালে তিনি বার্মার প্রত্যাবর্তন করেন এবং Hmawbi-র কেন্দ্রীয় চাণ গবেষণা কেন্দ্রের সহকারী চাণ গবেষণা আধিকারিক নিযুক্ত হন। পরবর্তী সময়ে তিনি পুসা (বিহার) ইম্পিরিয়াল এগ্রিকালচারাল রিসার্চ ইনস্টিটিউটের (বর্তমানে ইণ্ডিয়ান এগ্রিকালচারাল রিসার্চ ইনস্টিটিউট) দ্বিতীয় ইকোনোমিক বোটারিষ্টের পদে নিযুক্ত হন। 1937 সালে ডক্টর পাল ইম্পিরিয়াল ইকনমিক বোটারিষ্টের পদে (পরে এটির নামকরণ হয় বোটারী ডিভিসনের প্রধান) নিযুক্ত হন। 1950 সালে ইনস্টিটিউটের ডিরেক্টর নিযুক্ত না হওয়া পর্যন্ত তিনি ঐ পদে বহাল ছিলেন। পরবর্তী সময়ে তিনি পুনর্গঠিত ইণ্ডিয়ান কাউন্সিল অব এগ্রিকালচারাল রিসার্চের প্রথম ডিরেক্টর জেনারেল নিযুক্ত হন।

ডক্টর পালের গবেষণার ক্ষেত্র ছিল জেনেটিক্স এবং প্লাস্ট ব্রীডিং, তবে তিনি গম সম্বন্ধেই বেশী গবেষণা করতেন। গমের রোগ প্রতিরোধের সমস্যা নিয়েও তিনি কাজ করেছেন। বিভিন্ন ধরনের উৎকৃষ্ট গমও (যথা—NP 710, NP

718, NP 761, NP 770, NP 809) তিনি উৎপাদন করেছেন। এই জাতীয় গমসমূহ প্রচুর ফলনশীল এবং ভারতীয় কৃষকদের কাছে এর অর্থ-নৈতিক মূল্যও যথেষ্ট।

ইণ্ডিয়ান এগ্রিকালচারাল রিসার্চ ইনস্টিটিউটে গবেষণা ছাড়া শিক্ষাদানও করা হয়। ডক্টর পাল সেখানে স্নাতকোত্তর ছাত্রদের শিক্ষাদানও করেন। 1958 সালে তিনি ইনস্টিটিউটের স্নাতকোত্তর শিক্ষা-ব্যবস্থার পুনর্গঠনের জন্তে প্রয়োজনীয় সংস্থার সাধন করেন এবং বর্তমানে এই ইনস্টিটিউটের মর্যাদা প্রখ্যাত বিশ্ববিদ্যালয় সমূহের সমতুল্য।

অষ্ট্রেলিয়া, চীন, ফ্রান্স, গ্রেট ব্রিটেন, ইটালী, জাপান, আমেরিকা, রাশিয়ার বৈজ্ঞানিক সভা-সম্মিলনে একাধিকবার ডক্টর পাল ভারতের প্রতিনিধিত্ব করেছেন। 1967-'70 সালের মধ্যে আন্তর্জাতিক চাউল গবেষণা কেন্দ্রের বোর্ড অব ট্রাস্টির সদস্য হিসাবে তিনি কয়েকবার কিলিগাইনস গিয়েছেন।

ডক্টর পাল লণ্ডনের লিনিয়ান সোসাইটি, ব্রিটেনের রয়্যাল হার্টিকালচারাল সোসাইটি, ইণ্ডিয়ান বোটারিক্যাল সোসাইটি, ইণ্ডিয়ান সোসাইটি অব জেনেটিক্স অ্যাণ্ড প্লাস্ট ব্রীডিং, সাইকোলজিক্যাল সোসাইটি অব ইণ্ডিয়া, ইণ্ডিয়ান জ্ঞানভাণ্ডার সারেল অ্যাকাডেমী প্রভৃতি প্রতিষ্ঠানের কেন্দ্র। তিনি জেনেটিক্স সোসাইটি অব জাপান এবং জাপান অ্যাকাডেমীর অনারেরী মেম্বর এবং সোভিয়েট রাশিয়ার অল ইউনিয়ন লেনিন অ্যাকাডেমি অব এগ্রিকালচারাল সায়েন্স-এর করেন মেম্বর।

তিনি ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের কৃষি ও

উদ্ভিদতত্ত্ব শাখা, বোটানিক্যাল সোসাইটি অব ইণ্ডিয়া, ইণ্ডিয়ান সোসাইটি অব জেনেটিক্স অ্যাণ্ড প্লান্ট ব্রীডিং, হার্টিকালচারাল সোসাইটি অব ইণ্ডিয়া, দিল্লীর এগ্রি-হার্টিকালচারাল সোসাইটির সভাপতি এবং জ্ঞানশাস্ত্রাল ইনস্টিটিউট অব সায়েন্সেস অব ইণ্ডিয়া এবং দ্বাদশ আন্তর্জাতিক জেনেটিক্স কংগ্রেসের (জাপান, 1968) সহ-সভাপতি নির্বাচিত হয়েছিলেন। ডক্টর পাল রোজ সোসাইটি অব ইণ্ডিয়ার সভাপতি এবং সৌধীন চিত্রকর। তিনি অল ইণ্ডিয়া কাইন আর্টস অ্যাণ্ড ক্র্যাফ্টস-এর বর্তমান চেয়ারম্যান। 1957 সালে তিনি রফি আহমেদ কিদোয়াই পুরস্কার, 1962 সালে বীরবল সাহানি পদক, 1964 সালে শ্রীনিবাস রায়ামজুন পদক লাভ করেন। তিনি 1958 সালে পদ্মশ্রী এবং 1968 সালে পদ্মভূষণ উপাধিতে ভূষিত হন।

ডক্টর ভি. জি. ভীদে

সভাপতি—পদার্থবিজ্ঞান শাখা

ডক্টর ভীদে 1925 সালের 8ই অগাস্ট জন্মগ্রহণ করেন। তিনি নাগপুর ও লণ্ডনে শিক্ষালাভ করেন। 1947 সালে নাগপুর বিশ্ববিদ্যালয় থেকে পদার্থবিজ্ঞান প্রথম স্থান অধিকার করে তিনি এম. এস-সি ডিগ্রী লাভ করেন। এর পর তিনি নাগপুরের কলেজ অব সায়েন্সে যোগদান করেন এবং বৈদ্যুতিক মোক্ষণ বা ইলেকট্রিক্যাল ডিসচার্জ সঞ্চদে গবেষণা শুরু করেন। গ্যাসের মাধ্যমে বৈদ্যুতিক মোক্ষণের সূচনা ও সংরক্ষণের উপর শক্তিশালী চৌম্বক ক্ষেত্রের কলাকলের বিষয়ে গবেষণা করে তিনি নাগপুর বিশ্ববিদ্যালয় থেকে পি-এইচ. ডি. ডিগ্রি লাভ করেন।

1948 সালে ট্রানজিষ্টর আবিষ্কৃত হওয়ার ডক্টর ভীদে সলিড স্টেট ফিজিক্স এবং বাইনারী কম্পাউন্ডের (যেহন Pbs) অর্ধপরিবাহিতার গুণাগুণ সঞ্চদে গবেষণায় মনোবোগী হন। তাঁর গবেষণার গুরুত্ব অনুধাবন করে ভারত সরকার এবং

তৎকালীন মধ্যপ্রদেশ সরকার সলিড স্টেট ফিজিক্স সঞ্চদে আরও উন্নত গবেষণার জন্তে তাঁকে একটি বৈদেশিক বৃত্তি মঞ্জুর করেন। কেলাসের বৃত্তির সঞ্চদে তখন তারা পৃথিবীতে কয়েক জন বিখ্যাত পদার্থ-বিজ্ঞানী কাজ করছিলেন। প্রোফে: টোলানস্কির তত্ত্বাবধানে তিনি ঐ গবেষক-মণ্ডলীতে যোগদান করেন। মাল্টিপল বীম ইন্টারফেরোমেট্রি, এক্স-রে ডিফ্রাকশন, ইলেকট্রন মাইক্রোস্কোপি ব্যবহার করে তিনি কেলাসের বৃত্তি এবং পলিটিনিজম্ সঞ্চদীয় কয়েকটি সমস্তার সমাধানে সক্ষম হন। এর জন্তে তিনি লণ্ডন বিশ্ববিদ্যালয় থেকে পি-এইচ.-ডি. ডিগ্রি লাভ করেন।

বিদেশ থেকে প্রত্যাভর্তনের পর ডক্টর ভীদে বোম্বাইয়ের ইনস্টিটিউট অব সায়েন্স-এর পদার্থবিজ্ঞান অধ্যাপক নিযুক্ত হন। এখানে তিনি কেরো-ইলেকট্রিক কন্ট্রোল সঞ্চদে কাজ করেন। টাইটেনেট প্রভৃতির উপর মোসবাওয়ার একক্ট সম্পর্কিত তাঁর গবেষণা বিশেষ উল্লেখযোগ্য। মোসবাওয়ার একক্ট এবং তাঁর প্রয়োগ সঞ্চদে তাঁর রচিত পুস্তকটি শীঘ্রই প্রকাশিত হবার সম্ভাবনা।

ডক্টর ভীদে বহু বার বৈজ্ঞানিক সম্মেলন উপলক্ষে বিদেশ পরিভ্রমণ করেছেন। কেরো-ইলেকা ট্রান্সিট সঞ্চদীয় দ্বিতীয় সম্মিলনে তিনি আমন্ত্রিত হয়েছিলেন। 1956 সালে প্যারিসে অস্থিতিত ধিন-কিন্ম সঞ্চদীয় দ্বিতীয় সম্মিলন এবং 1963 সালে ওয়াশিংটনে অস্থিতিত সেমিকণ্ডাক্টর সারকেস সংক্রান্ত সম্মিলনে তিনি যোগদান করেন। 1965 সালে সোভিয়েট রাশিয়ার এবং 1968 সালে আমেরিকায় তিনি তাঁর গবেষণা সঞ্চদে কয়েকটি বক্তৃতা প্রদান করেন। 1955 সালে লণ্ডনের রয়্যাল অ্যাস্ট্রোনমিক্যাল সোসাইটি এবং 1968 সালে জ্ঞানশাস্ত্রাল ইনস্টিটিউট অব সায়েন্সেস-এর তিনি কেলো নির্বাচিত হন।

তিনিই প্রথম বোম্বাই বিশ্ববিদ্যালয়ের

এম. এস. সি. পর্যায়ে সলিড স্টেট ফিজিক্স-এর বিশেষীকরণ লুপ্ত করেন এবং তা এখন প্রায় সব বিশ্ববিদ্যালয়েই চালু হয়েছে। ভাষান্তাল কাউন্সিল অব সায়েন্স এডুকেশনের পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষাবিসয়ক ভাষান্তাল অ্যাডভাইসরী প্যানেলের এবং শিক্ষা-মন্ত্রক কর্তৃক বিজ্ঞানবিশ্ববিদ্যালয়ের পাঠ্য বিষয়ের উন্নতি-বিধানকল্পে গঠিত ঠাডি গ্রুপ-এর তিনি আহ্বায়ক। ইন্ডিয়ান জার্নাল অব ফিজিক্স এডুকেশনের তিনি সহযোগী সম্পাদক।

অধ্যাপক আর. ডি. তেওয়ারী

সভাপতি—রসায়ন শাখা

উত্তর প্রদেশের কতেপুর জেলার আয়াউলি গ্রামে ১৯১৭ সালের ১৭ই জানুয়ারী অধ্যাপক তেওয়ারী জন্মগ্রহণ করেন। তিনি জি. এন. কে. হাই স্কুল (বর্তমানে ইন্টার কলেজ) এবং বি. এন. এস. ডি. ইন্টার কলেজে (কানপুর) শিক্ষা গ্রহণ করে ১৯৩৭ সালে এলাহাবাদ বিশ্ববিদ্যালয় থেকে স্নাতক এবং ১৯৩৯ সালে এম. এস. সি. পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হন এবং ঐ বিশ্ববিদ্যালয় থেকে ১৯৪৩ সালে ডক্টরেট ডিগ্রি অর্জন করেন। তাঁর শিক্ষাজীবন বরাবরই কৃতিত্বপূর্ণ।

১৯৪৩ সালে তিনি এলাহাবাদ বিশ্ববিদ্যালয়ের রসায়ন বিভাগের উপাধ্যায় নিযুক্ত হন এবং ১৯৬৬ সালে ঐ বিভাগের অধ্যাপক পদে উন্নীত হন।

ডক্টর তেওয়ারীর গবেষণার প্রধান ক্ষেত্র হচ্ছে—ভাচার্যাল প্রোডাক্টস্কেমিষ্টি—বিশেষতঃ জটিল পলিসিকারাইড, ক্যাট, লিপিড, পলিফেনল, কুইনোন রঞ্জক এবং স্পেক্ট্রোস্কোপিক, আয়ন-এক্সচেঞ্জারস, ইলেক্ট্রোকেমিস্ট্রি, ক্রো-ম্যাটোগ্রাফির প্রয়োগসহ অরগ্যানিক ক্যাংসন্তাল গ্রুপের অ্যানালিটিক্যাল কেমিস্ট্রি। তিনি একক ভাবে এবং তাঁর ছাত্রদের সহযোগিতায় বোট অ্যানিট্রিও বেশী গবেষণা-পত্র প্রকাশ করেছেন।

তিনি একক এবং বোধ্যভাবে বারোটি পুস্তক রচনা করেছেন। সেগুলির মধ্যে সাম্প্রতিকতম হচ্ছে—
The Determination of carboxylic functional group।

১৯৪১ সালে তিনি ই. জি. হিল স্মৃতি পুরস্কার এবং ১৯৪৩ সালে এস. এ. হিল পুরস্কার লাভ করেন। ১৯৬৪ সালে তিনি ভাষান্তাল অ্যাকাডেমি অব সায়েন্স থেকে শিক্ষামন্ত্রীর স্বর্ণপদক লাভ করেন। তিনি ভাষান্তাল অ্যাকাডেমী অব সায়েন্স-এর ফেলো এবং সদস্য। ইন্ডিয়ান কেমিক্যাল সোসাইটি এবং অয়েল টেকনোলজিস্ট অ্যাসোসিয়েশন অব ইন্ডিয়ায় তিনি ফেলো। তিনি উত্তর প্রদেশের বোর্ড অব হাই স্কুল ও ইন্টারমিডিয়েট এডুকেশন ও পরীক্ষা কমিটির সদস্য এবং গত আট বছর যাবৎ রসায়ন কমিটির আহ্বায়ক। তিনি উত্তর প্রদেশের শিল্প ও বৈজ্ঞানিক গবেষণা পর্ষদ এবং তার সাহায্য মঞ্জুরী কমিটি এবং কেমিস্ট্রি ও কেমিক্যাল টেকনোলজি সংক্রান্ত কমিটির সদস্য।

কলম্বো পরিকল্পনানুসারে ডক্টর তেওয়ারী ১৯৫৭ সালে বার্মিংহাম বিশ্ববিদ্যালয়ে মাইক্রো-অ্যানালিটিক্যাল টেকনিক্স, সেপারেশন টেকনিক্স এবং ট্র্যাকচার্যাল ঠাডিজ অব স্পেক্ট্রোস্কোপিক মেথড সম্বন্ধে গবেষণা করেন। ইটালী, সুইজার-ল্যান্ড, জার্মানী, ফ্রান্স এবং যুক্তরাজ্যের বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয় এবং রাসায়নিক গবেষণাগার তিনি পরিদর্শন করেন। জার্মান অ্যাকাডেমি এক্সচেঞ্জ সার্ভিসের আমন্ত্রণে তিনি ১৯৬৪ সালে জার্মানী গমন করেন। ১৯৬৮ সালের জুলাই মাসে লণ্ডনে অস্থায়ী কেমিস্ট্রি অব ভাচার্যাল প্রোডাক্টস্কেমিষ্টি সংক্রান্ত ৫ম আন্তর্জাতিক আলোচনা সভায় বোগদান করেন। ১৯৬৯ সালে জুন মাসে শ্রীনগরে অস্থায়ী রাসায়নিক শিক্ষা সংক্রান্ত ভারত-আমেরিকা সম্মিলন এবং ১৯৭০ সালে কেমব্রিজিতে অস্থায়ী কেমিস্ট্রি অব ভাচার্যাল প্রোডাক্টস্কেমিষ্টি সংক্রান্ত দ্বিতীয়

তারত-সোভিয়েট আলোচনা-চক্রে তিনি যোগদান করেন।

ডক্টর রাম বল্লভ

সভাপতি—গণিত ও জ্যোতির্বিজ্ঞান শাখা

1918 সালের 11ই জুলাই উত্তর প্রদেশের বোরাঁদাধাদে ডক্টর রাম বল্লভ জন্মগ্রহণ করেন। তাঁর শিক্ষাজীবন অসাধারণ কৃতিত্বপূর্ণ। 1943 সালে লক্ষ্ণৌ বিশ্ববিদ্যালয় থেকে গণিতে তিনিই প্রথম ডক্টর অব ফিলসফি ডিগ্রী লাভ করেন। 1941 সালে গণিতে লেকচারার, 1950 সালে রীডার এবং 1954 সালে প্রফেসর নিযুক্ত হন। তিনি 18 মাসের জন্য ডেপুটেশনে ভারত সরকারের ম্যাথামেটিক্যাল রিসার্চ অফিসার হিসাবে কাজ করেন। তাঁর শিক্ষাজীবনে তিনি নানা পুরস্কার, স্বর্ণপদক, মেধা বৃত্তি এবং বিশ্ব-বিদ্যালয়ের ফেলোশিপ লাভ করেন।

ডক্টর বল্লভ হুইড ডিনামিক্সে 'সুপারপোসিবি-লিটি' সম্বন্ধে এক নতুন তত্ত্বের প্রবক্তা এবং সক্রিয়-ভাবে তিনি গবেষণা ও গবেষণার তত্ত্বাবধানে নিয়োজিত আছেন। প্রাচীন ভারতে গণিত ও জ্যোতির্বিজ্ঞানের উন্নতি সংক্রান্ত যে সব হিন্দু জ্যোতির্বিজ্ঞান ও গণিত সংক্রান্ত পাঠ্যপুস্তক প্রকাশিত হয়েছে—তিনি সেগুলির সাধারণ সম্পাদক। তিনি 'গণিত' নামক পত্রিকার সম্পাদক। তিনি যুক্তরাষ্ট্রের ম্যাথামেটিক্যাল রিভিউ-এর এক জন পর্যালোচক এবং ভারতের জাশাভাল আ্যাকাডেমি অব সায়েন্স-এর ফেলো এবং অনেক বৈজ্ঞানিক সংস্থার সদস্য। 1952-'53 সালে তিনি প্রোফে: এম. জে. লাইটহিল এক. আর. এস-এর সহযোগিতায় লণ্ডনে এবং 1957 সালে নরওয়েতে Prof. Oddvar Björgum-এর সহযোগিতায় গবেষণা করেন। 1964-'65 সালে ফুলব্রাইট বিনিয়ম কর্মসূচী অধীকারী তিনি যুগোস্লাভিয়ার বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয় পরিদর্শন করেন। ডক্টর বল্লভের

দেশে-বিদেশে গণিত শিক্ষা সম্বন্ধে প্রভূত অতিজ্ঞতা আছে। যদিও তিনি বিস্তৃত ও কলিত গণিত—এই দুই বিষয়েই শিক্ষাদান করছেন, কিন্তু তিনি প্রধানত: কলিত গণিত সম্বন্ধেই অগ্রগামী।

অধ্যাপক বি. এম. জোহরী

সভাপতি—উদ্ভিদবিজ্ঞান শাখা

অধ্যাপক ব্রীজমোহন জোহরী 1909 সালের 11ই সেপ্টেম্বর উত্তর প্রদেশের বিজনোরে জন্মগ্রহণ করেন। আগ্রার দয়ালবাগের রাধা-বোয়ারী এডুকেশন ইনস্টিটিউটে তিনি শিক্ষালাভ করেন। 1929 সালে মাধ্যমিক পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হয়ে আগ্রা কলেজ থেকে 1931 সালে বি. এস-সি পরীক্ষা এবং আগ্রা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে 1933 সালে এম. এস-সি পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হন। 1932 সালে তিনি ডক্টর পি. মাহেশ্বরীর ঘনিষ্ঠ সংস্পর্শে আসেন এবং তাঁর অধীনে গবেষণা করে 1936 সালে ডি. এস-সি ডিগ্রী লাভ করেন।

ডক্টরেটের ক্ষেত্রে তাঁর বীসিপের বিষয়বস্তু ছিল Alismaceae ও Butomaceae-এর সম্পর্ক, জগতত্ত্ব ও অঙ্গসংস্থানবিজ্ঞান। তাঁর আর একটি গবেষণার ক্ষেত্র ছিল মরকোজেনেসিস ও এক্সপেরিমেন্টাল এম্ব্রায়োলজী—নিয়ন্ত্রিত অবস্থায় বিভিন্ন গুপ্তবীজীর উদ্ভিদের বীজ, জ্ঞপ, এণ্ডোস্পার্ম, ফুল, ডিম্বাশয় ও ডিম্বাণুর বৃদ্ধি, বিকাশ ও পৃথকীভবন প্রভৃতি বিষয়ে অধ্যয়ন। 1932 সাল থেকে এযাবৎ অধ্যাপক জোহরী প্রায় 100টি গবেষণা-পত্র প্রকাশ করেছেন। এছাড়া দেশ-বিদেশের নানা বৈজ্ঞানিক পত্রিকায় তাঁর বহু নিবন্ধনাদি প্রকাশিত হয়েছে। তাঁর কয়েক জন ছাত্র গবেষণা করে দিল্লী বিশ্ববিদ্যালয় থেকে পি-এইচ. ডি ডিগ্রী লাভ করেছেন। আগ্রা এবং রাজস্থানে বিভিন্ন কলেজে শিক্ষকতা করবার পর তিনি 1948 সালে দিল্লী বিশ্ববিদ্যালয়ে যোগদান করেন।

তিনি ইণ্ডিয়ান জাশাভাল সায়েন্স অ্যাকা-

ডেবি এবং ইতিয়ান বটানিক্যাল সোসাইটির কেলো এবং ইন্টারন্যাশনাল সোসাইটি অব প্ল্যান্ট মরফোলজি-এর সদস্য। তিনি কাইটোমরফোলজি নামক জার্নালের সম্পাদক ছিলেন। এশিয়ান অ্যাসোসিয়েসন ফর বায়োলজি এডুকেশন সংস্থার তিনি প্রতিষ্ঠাতা-সদস্য এবং এক্সিউটিভ কাউন্সিলর। এছাড়াও তিনি দেশ ও বিদেশের আরও নানা শিক্ষামূলক সংস্থার সঙ্গে সংশ্লিষ্ট আছেন।

তিনি কয়েকবার বিদেশেও গিয়েছেন। তিনি ভারতবর্ষে উদ্ভিদবিজ্ঞা সংক্রান্ত কয়েকটি আলোচনা-চক্রের ব্যবস্থা করেছিলেন। বিদেশে অহুষ্ঠিত বিভিন্ন সম্মিলনে তিনি একাধিকবার অংশগ্রহণ করেছেন। ১৯৬৯ সালে স্কটল্যান্ডের Seattle-এ অহুষ্ঠিত একাদশ আন্তর্জাতিক উদ্ভিদ কংগ্রেস এবং ১৯৭০ সালে ফ্রান্সের Strasbourg-এ অহুষ্ঠিত দ্বিতীয় টিসু কালচার সম্মিলনের একদিনের অধিবেশনে তিনি সভাপতিত্ব করেন।

ডক্টর এ. কে. গায়ের

সভাপতি—পরিসংখ্যান শাখা

ডক্টর অনিলকুমার গায়ের মেদিনীপুর এবং কলিকাতার শিক্ষাপ্রাপ্ত করেন। তাঁর শিক্ষা-জীবন কৃতিত্বপূর্ণ ছিল। ১৯৪৩ সালে তিনি এম. এ/এম. এস-সি পরীক্ষায় প্রথম শ্রেণীতে প্রথম হান অধিকার করে বিশ্ববিদ্যালয়ের স্বর্ণপদক লাভ করেন। ১৯৪৪ সালে তিনি গণিতের অস্থায়ী লেকচারার হিসাবে প্রেসিডেন্সী, বিজ্ঞানাগর এবং বেঙ্গল ইঞ্জিনিয়ারিং কলেজে কাজ করেন। ১৯৪৫ সালে তিনি ইতিয়ান স্ট্যাটিস্টিক্যাল ইনস্টিটিউটে পরিসংখ্যানের রিসার্চ স্কলার হিসাবে যোগদান করেন। ১৯৪৭ সালে তিনি কেব্রিজে যান এবং ১৯৪৯ সালে নন-নরম্যালিটি এবং ট্যাওয়ার্ড টেট সম্পর্কে থীসিস দাখিল করে কেব্রিজ বিশ্ববিদ্যালয় থেকে ডক্টরেট ডিগ্রী লাভ করেন। ১৯৫০ সালে

কলিকাতার তিনি আই. এস. আই-তে লেকচারার নিযুক্ত হন। ১৯৫৪ সালে তিনি ঞ্জাপুরের ইতিয়ান ইনস্টিটিউট অর টেকনোলোজীতে অ্যাসিস্ট্যান্ট প্রফেসর হিসাবে যোগ দেন। বর্তমানে তিনি সেখানকার গণিত বিভাগের প্রফেসর এবং বিভাগীয় প্রধান হিসাবে নিযুক্ত আছেন। শিক্ষাদান ছাড়াও তিনি গবেষক-ছাত্রদের গবেষণার তত্ত্বাবধানও করে থাকেন। তিনি ইনস্টিটিউটে ম্যাথামেটিক্স সামার স্কুলের সংগঠক এবং অন্যান্য বিশ্ববিদ্যালয়ের সামার স্কুলের তিনি ভিজিটিং প্রফেসর। ইতিয়ান সোসাইটি ফর কোয়ালিটি কন্ট্রোলের প্রতিষ্ঠাকাল থেকেই তিনি সেখানকার পার্ট-টাইম লেকচারার এবং ট্রেনিং বোর্ডের সদস্য আছেন। ১৯৬৫ সাল হংকঙে অহুষ্ঠিত স্ট্যাটিস্টিক্যাল কোয়ালিটি কন্ট্রোল সংক্রান্ত আন্তর্জাতিক আলোচনা-চক্রে তিনি ভারতের প্রতিনিধিত্ব করেন।

কেন্দ্রীয় শিক্ষা-সংস্থার কর্তৃক (পরবর্তী সময়ে NCERT কর্তৃক আয়োজিত) আয়োজিত পরীক্ষা ও ইন্ডালুয়েশন সংক্রান্ত গবেষণা প্রকল্পের তিনি প্রফেসর ডিরেক্টর হন। আই. আই. টি-র (ঝজাপুর) জার্নাল অব সায়েন্স অ্যাণ্ড ইঞ্জিনিয়ারিং রিসার্চ, ইতিয়ান সোসাইটি অব থিয়োরিটিক্যাল অ্যাণ্ড অ্যাপ্লায়েড মিকানিক্স-এর কার্যবিবরণী, আই-এস. কিউ. সি বুলেটিন, ইতিয়ান জার্নাল অব ম্যাথামেটিক্স অ্যাণ্ড মিকানিক্স, জার্নাল অব ম্যাথামেটিক্যাল অ্যাণ্ড ফিজিক্যাল সায়েন্স প্রভৃতির তিনি সম্পাদনা করে থাকেন। ম্যাথামেটিক্যাল রিভিউ-এর তিনি একজন পর্যালোচক।

ডক্টর গায়ের ইতিয়ান ভাষাভাষা সায়েন্স অ্যাকাডেমির, রয়্যাল স্ট্যাটিস্টিক্যাল সোসাইটি এবং কেব্রিজ ফিলোসফিক্যাল সোসাইটির কেলো। তিনি রিজিওনাল সায়েন্স অ্যাসোসিয়েসন অব ইতিয়ান সহ-সভাপতি, এবং ইতিয়ান স্ট্যাটিস্টিক্যাল সোসাইটির আজীবন সদস্য।

ডক্টর বি. জি. দেশপাণ্ডে

সভাপতি—ভূতত্ত্ব ও ভূগোল শাখা

ডক্টর বালকৃষ্ণ গণেশ দেশপাণ্ডে 1911 সালের নভেম্বর মাসে জন্মগ্রহণ করেন। তিনি পুনার শিক্ষালভ করেন। তিনি 1936 সালে ফাওর্সন কলেজ (তৎকালীন বোম্বাই বিশ্ববিদ্যালয়ের অন্তর্গত) ভূতত্ত্ব মাস্টার ডিগ্রি অর্জন করেন।

1936 সালের জুন মাসে তিনি জিওলজিক্যাল সার্ভে অব ইণ্ডিয়ান বোগদান করেন। তিনি কলিকাতার পেট্রোলজি লেবরেটরীতে বছর দুই অতিবাহিত করেন। 1940 সালে তিনি সিদ্ধ, পাক্সাব ও সীমান্ত প্রদেশে তাঁর গবেষণার বিষয় সম্পর্কে অল্পসন্ধান চালান। পরবর্তী সময়ে তিনি জি. এস. আই.-এর ইঞ্জিনিয়ারীং জিওলজি এবং গ্রাউণ্ড ওয়াটার বিভাগে বোগদান করেন। 1946 সালে এক বছরের জন্যে তিনি অস্ট্রেলিয়ার মেলবোর্ণ বিশ্ববিদ্যালয়ে প্রেরিত হন। গুজরাট, পাক্সাব, উত্তর প্রদেশ, পশ্চিম বাংলা, আসাম, বোম্বে, মধ্যপ্রদেশের বিভিন্ন বাধ এবং ভূগর্ভস্থ জল সম্বন্ধে অল্পসন্ধান-কার্যে তিনি অংশ গ্রহণ করেন। 1953 সালে তিনি হাইড্রোজিওলজি বিষয়ে পুনা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে পি-এইচ. ডি ডিগ্রী লাভ করেন।

1952 সালে তিনি দিল্লীর ইণ্ডিয়ান ব্যুরো অব মাইনস্-এ বদলী হন। ডেপুটি ডিরেক্টর (রিসার্চ) হিসাবে তাঁর উপর কয়েকটি গবেষণাগার স্থাপনের দায়িত্ব দেওয়া হয়। এই গবেষণাগারগুলির উদ্দেশ্য, খনিজ সম্পদকে মানুষের কাজে লাগাবার উপায় অল্পসন্ধান করা। তাঁর তত্ত্বাবধানে পার্শ্বার সঞ্চিত হীরক এবং ক্ষেত্রীর সঞ্চিত তামা এবং হিমুস্থান ইন্দোভার কাঁচা মাল সম্পর্কে অল্পসন্ধান পরিচালিত হয়।

1956 সালে তিনি অয়েল অ্যান্ড ভাচার্যাল গ্যাস ডাইরেক্টরেটে (বর্তমানে অয়েল অ্যান্ড

ভাচার্যাল গ্যাস কমিশন) সুপারিন্টেন্ডিং জিওলজিষ্ট হিসাবে বোগদান করেন এবং তিনি তৈল অল্পসন্ধান কার্যের ভারপ্রাপ্ত হন।

তিনি দেরাডুন পেট্রোলোজি, প্যালিওটোলজি, প্যালিনোলজি এবং রসায়ন সংক্রান্ত গবেষণাগার প্রতিষ্ঠায় উদ্যোগী হন। 1966 সালে তিনি জিও-লজিক্যাল সার্ভিস-এর চীফ হিসাবে নির্যোজিত হন। 1967 সালে তিনি বরোদার বদলী হন এবং জিওলজি, জিওফিজিক্স, খনন, উৎপাদন ও গবেষণাগারসহ সকল কারিগরী বিভাগের ভার-প্রাপ্ত হন। বর্তমানে তিনি পুনা বিশ্ববিদ্যালয়ের ভূতত্ত্ব বিভাগের প্রফেসর এবং বিভাগীয় প্রধান।

ডক্টর দেশপাণ্ডে তেহরানে (ইরান) অস্থিতি ECAFE সম্মিলনে 1962 সালে উপস্থিত ছিলেন। 1959 সালে নিউ ইয়র্কে, 1963 সালে ক্রাকফোর্টে এবং 1967 সালে মেক্সিকোর অস্থিতি বিশ্ব পেট্রোলিয়াম কংগ্রেসে তিনি বোগদান করেন। 1966 সালে তিনি জ্ঞানভ্যাল ইনস্টিটিউট অব সায়েন্স অব ইণ্ডিয়ান (বর্তমানে জ্ঞানভ্যাল অ্যাকাডেমি) ফেলো নির্বাচিত হন।

অধ্যাপক এইচ. স্বরূপ

সভাপতি—প্রাণী ও পতঙ্গবিজ্ঞা শাখা

অধ্যাপক এইচ. স্বরূপ 1921 সালের 21শে জানুয়ারী বিআওরেতে (রাজগড়, মধ্যপ্রদেশ) জন্মগ্রহণ করেন। কৃতিত্বের সঙ্গে তিনি এম. এস-সি. পরীক্ষার উত্তীর্ণ হন। 1953 সালে সাগর বিশ্ববিদ্যালয় থেকে পি-এইচ. ডি এবং 1957 অক্সফোর্ড বিশ্ববিদ্যালয় থেকে তিনি ডি. ফিল ডিগ্রী লাভ করেন।

তিনি 1946 সালে কানপুরের ডি. এ. ডি. কলেজে প্রাণিবিজ্ঞার লেকচারার, 1946-1960 সাল পর্যন্ত সাগর বিশ্ববিদ্যালয়ের প্রাণিবিজ্ঞার অধ্যাপক, 1960-1961 সালে নৈনিতালের ডি. এস. বি. সরকারী কলেজে প্রাণিবিজ্ঞার অধ্যাপক হিসাবে

কাজ করেন। 1961 সালের জুন মাস থেকে উজ্জয়িনীর বিক্রম বিশ্ববিদ্যালয়ে তিনি প্রাণি-বিজ্ঞার অধ্যাপক হিসাবে নিয়োজিত আছেন।

তার গবেষণার প্রধান বিষয় হচ্ছে মাছের জ্ঞপতন্তু। তিনি 1946 সালে সাগর বিশ্ববিদ্যালয়ে ডেভেলপমেন্টাল মরফোলজি বিষয়ে কাজ শুরু করেন। ডেভেলপমেন্ট অব কণ্ট্রোল্যানিয়াম, খুলির কাঠিন্ত, অতিরিক্ত খাসবহ্নের বিকাশ, রক্তবাহী নালী ইত্যাদি সম্বন্ধে তিনি কতকগুলি মৌলিক গবেষণা-পত্র প্রকাশ করেন। 1955 সালে তিনি পরীক্ষামূলক জ্ঞপতন্তু বিষয়ে গবেষণা শুরু করেন। সম্প্রতি তার গবেষণাগারে মলিকিউলার জ্ঞপতন্তু এবং মাছের জ্ঞপীতবনে নিউক্লিক অ্যাসিডের ভূমিকা সম্পর্কে গবেষণা শুরু হয়েছে। তিনি এবং তার সহযোগীরা দেশ-বিদেশের পত্রিকায় 100টির বেশী গবেষণা-পত্র প্রকাশ করেছেন।

1955-1957 সালে তিনি অক্সফোর্ডে ছিলেন এবং বিভিন্ন ব্রিটিশ বিশ্ববিদ্যালয় পরিদর্শন করেন। তিনি অনেক আন্তর্জাতিক আলোচনা-চক্র ও সম্মিলনে বোগদান করেছেন। তিনি অক্সফোর্ড, কেম্ব্রিজ ও লণ্ডনে তার গবেষণার বিষয়বস্তু সম্বন্ধে বক্তৃতা প্রদান করেন। তিনি গ্রাশজাল অ্যাকাডেমি অব সায়েন্সেস, জুওলজিক্যাল সোসাইটি এবং অ্যাকাডেমি অব জুওলজি অব ইণ্ডিয়ান কেলো। তার উদ্যোগে 1965 সালে 'প্রাণীদের অঙ্গসংস্থান সম্বন্ধীয় গবেষণার প্রবণতা' বিষয়ে একটি সর্বভারতীয় রিসার্চ সেমিনারের ব্যবস্থা করা হয়েছিল। বিশ্ববিদ্যালয় মঞ্জুরী কমিশনও এই ব্যাপারে সাহায্য করেছিলেন।

অধ্যাপক এস. সি. মণ্ডল

সভাপতি—কৃষিবিজ্ঞান শাখা

অধ্যাপক এস. সি. মণ্ডল 1921 সালের জাহ্নবী মাসে জন্মগ্রহণ করেন। বিহার, উড়িষ্যা, পশ্চিম বাংলা এবং উত্তর প্রদেশে তার

শিক্ষাজীবন অতিবাহিত হয়। যুক্তরাষ্ট্রের আইওয়া, ষ্টেট কলেজ এবং নিউজীল্যান্ডের লিন-কোলন্ কলেজে কৃষি-বিজ্ঞান সম্বন্ধে তিনি উচ্চ শিক্ষা লাভ করেন। তিনি বিহার রাজ্যে এগ্রি-কালচারাল কেমিস্ট্রির অধ্যাপক এবং মৃত্তিকা-বিজ্ঞানী হিসাবে কাজ করেন। তিনি ভারতের প্রবীন মৃত্তিকা-বিজ্ঞানীদের অন্ততম একজন হিসাবে পরিচিত। গত 25 বছরে বিহার রাজ্যের মৃত্তিকা সম্পর্কিত গবেষণায় তার দান বর্ণেই।

তিনি প্রায় 70টি গবেষণা-পত্র প্রকাশ করেছেন। বিহারের অম্মাখক মাটি সম্পর্কিত তার গবেষণার কলেই ভারতের মৃত্তিকা-বিজ্ঞান বর্ণেই সমৃদ্ধ হয়েছে। তিনি বর্তমানে বিহার রাজ্যের এগ্রিকালচারাল রিসার্চের ডিরেক্টর হিসাবে গবেষণায় ব্যাপৃত আছেন। গত দুই বছর বাবং তিনি বিহারের কৃষিবিষয়ক বিশ্ববিদ্যালয় এক্সেলের মুখ্য ভারপ্রাপ্ত হিসাবে নিয়োজিত আছেন। তারই একান্ত প্রচেষ্টায় বিহার রাজ্যে একটি কৃষিবিষয়ক বিশ্ববিদ্যালয় প্রতিষ্ঠিত হচ্ছে। তিনি ইণ্ডিয়ান সোসাইটি অব এগ্রিকালচারাল কেমিস্ট, রয়েল ইনস্টিটিউট অব কেমিস্ট্রির কেলো এবং ইণ্ডিয়ান সোসাইটি অব সায়েন্স, ইণ্ডিয়ান সোসাইটি অব এগ্রিকালচারাল কেমিস্ট্রির সহকারী সভাপতি।

অধ্যাপক জে. কে. চৌধুরী

সভাপতি—ইঞ্জিনিয়ারিং ও ধাতু-বিজ্ঞান শাখা

1923 সালে বর্তমান জেলায় অধ্যাপক চৌধুরী জন্মগ্রহণ করেন। কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে তিনি কলিত পদার্থবিজ্ঞায় এম. এস-সি ডিগ্রী এবং ডি-ফিল ডিগ্রী লাভ করেন।

অধ্যাপক চৌধুরী ইংল্যান্ডে বৈজ্ঞানিক পরি-মাণ ও বয়ীকরণ সম্বন্ধে বিশেষভাবে শিক্ষালাভ করেন। ম্যাক্লেটের বিশ্ববিদ্যালয় থেকে ইলেক্ট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং-এ এম. এস-সি (টেক) রিসার্চ

ডিগ্রী লাভ করেন। তিনি লণ্ডনের মেসার্স এডার্টেট এজকাষ অ্যাণ্ড কোম্পানীর গবেষণা বিভাগে কাজ করেন।

1951 সালে তিনি যাদবপুর বিশ্ববিদ্যালয়ে (পূর্বতন স্তানস্ভাল কাউন্সিল অব এডুকেশন, বেঙ্গল) যোগদান করেন। বর্তমানে তিনি সেধানকার ইলেকট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং বিভাগের সিনিয়র প্রোফেসর। যাদবপুর বিশ্ববিদ্যালয়ের বৈজ্ঞানিক পরিমাপ ও মাননির্ণায়ক গবেষণাগার তাঁরই উদ্যোগে গঠিত হয় এবং দেশের এই জাতীয় শ্রেষ্ঠ গবেষণাগারগুলির মধ্যে এটি অঙ্গতম। এই বিভাগের গবেষণা সর্বত্রই প্রসংসিত হয়েছে। তাঁর তত্ত্বাবধানে একদল ছাত্র গবেষণা করছেন। যুটেন, আমেরিকা এবং ভারতের খ্যাতনামা বৈজ্ঞানিক পত্রিকায় তাঁর অনেক মৌলিক গবেষণা-নিবন্ধ প্রকাশিত হয়েছে। অধ্যাপক চৌধুরী বৈজ্ঞানিক পরিমাপ, মাননির্ণয় ও যন্ত্রীকরণ সম্বন্ধীয় গবেষণার কল আন্তর্জাতিক স্বীকৃতি লাভ করেছে। অধ্যাপক চৌধুরী কলকারখানার বায়ু-চলাচলের বিষয় সম্বন্ধেও একজন বিশেষজ্ঞ।

1967 সালে পশ্চিম জার্মেনীর ব্যাডেন, ব্যাডেন-এ অল্পকিছু আন্তর্জাতিক ইলেকট্রোটেকনিক্যাল কমিশনে তিনি ভারতের প্রতিনিধি ছিলেন এবং ঐ কমিশনের টেকনিক্যাল কমিটির একটি অধিবেশনে তিনি সভাপতিত্ব করেন। তিনি ইণ্ডিয়ান ইন্সটিটিউট ইনস্টিটিউটের ইলেকট্রিক্যাল মেজারিং ইনস্ট্রুমেন্ট বিভাগীয় কমিটির চেয়ারম্যান। তিনি লণ্ডনের ইনস্টিটিউশন অব ইলেকট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ার্স-এর ফেলো এবং ইনস্টিটিউট অব মেজারমেন্টস অ্যাণ্ড কন্ট্রোল (লণ্ডন) এবং ভারতের ইনস্টিটিউট অব ইঞ্জিনিয়ার্স-এর সদস্য।

অধ্যাপক এম. সি. গোস্বামী

সভাপতি—নৃতত্ত্ব ও প্রত্নতত্ত্ব শাখা

আসামের কামিৰূপ জেলার একটি গ্রামে 1918 সালের 1 নং অক্টোবর অধ্যাপক গোস্বামী জন্ম-

গ্রহণ করেন। 1935 সালে তিনি প্রবেশিকা এবং 1939 সালে গোঁহাটি কটন কলেজ থেকে স্নাতক পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হন। 1943 সালে কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে তিনি বি. টি. ডিগ্রী লাভ করেন।

মাধ্যমিক বিদ্যালয়ের শিক্ষক হিসাবে তাঁর কর্মজীবন শুরু হয় এবং শিক্ষকতাকালে তিনি পার্বত্য অধিবাসীদের ঘনিষ্ঠ সংস্পর্শে আসেন এবং তাদের চাল-চলন, রীতি-নীতি সম্বন্ধে অধ্যাপক গোস্বামী কৌতূহলী হয়ে ওঠেন। 1947 সালে তিনি কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে নৃতত্ত্বে এম. এ. পরীক্ষায় প্রথম স্থান অধিকার করেন। তিনি বিশ্ববিদ্যালয় স্বর্ণপদক এবং নৃতত্ত্বে এস. সি. মিত্র স্বর্ণপদক পান। 1946 সালে বিহার ও তরিকটবর্তী বর্তী অঞ্চলের হো-দের সম্বন্ধে নৃতাত্ত্বিক অঙ্ক-সম্বানের কাজে তিনি অভিজ্ঞতা অর্জন করেন। 1948 সালে তিনি গোঁহাটি বিশ্ববিদ্যালয়ে লেকচারার নিযুক্ত হন। 1956 এবং 1959 সালে তিনি যথাক্রমে নৃতত্ত্ববিভাগের রীডার এবং অধ্যাপক নিযুক্ত হন। 1966 থেকে 1969 সাল পর্যন্ত তিনি গোঁহাটি বিশ্ববিদ্যালয়ের ক্যাকাণ্ডি অব সায়েন্স-এর ডীন ছিলেন, পরবর্তী সময়ে তিনি সিনিয়র প্রোফেসর নিযুক্ত হন।

নৃতাত্ত্বিক বিষয়ে শিক্ষা ও গবেষণার ক্ষেত্রে তিনি একটি উত্তম সংগ্রহশালা তৈরি করেছেন। আসাম, নাগারাজ্য, মনিপুর, নেপাল এবং আসামের বাইরের কয়েকটি স্থান থেকে সংগৃহীত নৃতাত্ত্বিক নমুনার জন্তে এই সংগ্রহশালা গবেষক, দর্শক—সকলের কাছেই আকর্ষণীয়।

1952 সালে তিনি কেব্রিজের প্রত্নতাত্ত্বিক ও নৃতাত্ত্বিক বিভাগে যোগদান করেন। 1954 সালে তিনি কেব্রিজ বিশ্ববিদ্যালয় থেকে এম. লিট. ডিগ্রী লাভ করেন। কারবি (মিকির বা আরলং), গারো, রাতা, আদি, বোদো কাহারি, বাসী, লালুং, ডাকলা, শেরচুকপেন, অজাখি, তাই-কাকে, তুরাং প্রভৃতি উপজাতিদের সম্বন্ধে

তিনি অনেক অগ্রসন্ধান-কার্য চালিয়েছেন। বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক পত্রিকায় তাঁর বহু গবেষণামূলক নিবন্ধ প্রকাশিত হয়েছে।

ডাঃ কশীপ্রনাথ ব্রহ্মচারী

সভাপতি—চিকিৎসা ও পশু-চিকিৎসা শাখা

ডাঃ ব্রহ্মচারী ১৯০৪ সালের ২৬শে সেপ্টেম্বর কলিকাতায় জন্মগ্রহণ করেন। তাঁর পিতা বিখ্যাত বিজ্ঞানী স্বর্গীয় ডাঃ উপেন্দ্রনাথ ব্রহ্মচারী। ১৯২১ সালে তিনি হিন্দু স্কুল থেকে প্রবেশিকা পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হন। ১৯২৫ সালে প্রেসিডেন্সী কলেজ থেকে রসায়নে অনার্স সহ বি. এস-সি. পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হন। তিনি মেডিক্যাল কলেজে এম. বি. এবং সেই সঙ্গে প্রেসিডেন্সী কলেজে তিনি এম. এস-সি পড়তে থাকেন। ১৯২৮ সালে তিনি শারীরতত্ত্বে এম. এস-সি. পরীক্ষায় প্রথম স্থান অধিকার করেন। ১৯৩১ সালে তিনি কৃতিত্বের সঙ্গে এম. বি. পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হন।

তিনি কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে প্রেমচাঁদ রায় চাঁদ গবেষণা বৃত্তি লাভ করেন। তিনি ম্যোরাট পদকও অর্জন করেন। তিনি ছুৎস্পন্দন সম্পর্কিত গবেষণার জন্য কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে ভেবেজে লেডী ব্রহ্মচারী গবেষণা বৃত্তি লাভ করেন। ১৯৪০ সালে তিনি এম. ডি. ডিগ্রী লাভ করেন।

তিনি কার্ডিওলজী সম্পর্কে গবেষণায় উৎসাহিত হন। তিনি কলিকাতার বিভিন্ন হাসপাতালে গবেষণা করেছেন। তিনি ক্যাথল মেডিক্যাল স্কুল ও হাসপাতালে (বর্তমান নীলরতন সরকার হাসপাতাল ও কলেজ) অবৈতনিক সহযোগী চিকিৎসক ও পরে অবৈতনিক ভিজিটিং চিকিৎসক এবং আর. জি. কর. মেডিক্যাল কলেজ ও হাসপাতালের অবৈতনিক কার্ডিওলজিষ্ট ছিলেন। তিনি কলিকাতা মেডিক্যাল কলেজ ও হাসপাতালের অবৈতনিক কার্ডিওলজিষ্ট এবং

অবৈতনিক সিনিয়র ভিজিটিং চিকিৎসক (সাধারণ) হিসাবে নিযুক্ত হন। ১৯৬৮ সালের সেপ্টেম্বর মাসে তিনি সেখান থেকে অবসর গ্রহণ করেন।

তিনি কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের শারীরতত্ত্ব, ফাউন্ডেশন বি. বি. এবং কাইনাল এম. বি.-এর ভেবেজ বিষয়ের পরীক্ষক ছিলেন। তিনি সিনেট, ভেবেজ ও বিজ্ঞান অগ্রদূত সঞ্চয়ী বোর্ডের (পুরাতন বিশ্ববিদ্যালয় আইনানুসারে গঠিত) সদস্য ছিলেন। তিনি ইন্ডিয়ান অ্যাসোসিয়েশন কর দি কালটিভেশন অব সায়েন্সের কাউন্সিলের সদস্য ছিলেন এবং তিনি ঐ সংস্থার একজন ট্রাষ্টি। তিনি ভারতীয় চিকিৎসক সমিতির সদস্য এবং সহ-সভাপতিও ছিলেন। ১৯৬৯ সালে তিনি কার্ডিওলজিক্যাল সোসাইটি অব ইন্ডিয়ান সভাপতি ছিলেন। ব্রহ্মচারী রিসার্চ ইনস্টিটিউশন প্রাঃ লিঃ-এর তিনি ম্যানেজিং ডিরেক্টর। তিনি ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের ভেবেজ ও পশু-চিকিৎসার শাখার রেকর্ডারও ছিলেন।

ডক্টর শ্রীমতী সারদা সুরেন্দ্রনাথ

সভানেত্রী—শারীরবৃত্ত শাখা

ডক্টর শ্রীমতী সুরেন্দ্রনাথ ১৯১৮ সালে জিচুরে জন্মগ্রহণ করেন। তাঁর পিতার নাম শ্রী টি. এস. মারার। ১৯৪১ সালে মাদ্রাজ মেডিক্যাল কলেজ থেকে স্নাতক পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হয়ে তিনি কোচিন রাজ্য চিকিৎসা দপ্তরে যোগদান করেন। তিনি ঐ রাজ্যের নানা হাসপাতালে কাজ করে গভীর জ্ঞান ও বিপুল জনপ্রিয়তা অর্জন করেন। ১৯৪৪ সালে শ্রীমতী সুরেন্দ্রনাথের সঙ্গে তাঁর বিবাহ হয়।

১৯৪৭ সালে তিনি মাদ্রাজ যান। কলকাতা ট্রান্স এবং মাদ্রাজ কর্পোরেশনে কিছু দিন কাজ করবার পর ১৯৪৮ সালে তিনি মাদ্রাজ সরকারের কার্মাকোলজি বিভাগে যোগদান করেন এবং সেখান থেকে ১৯৫১ সালে ট্যানলি মেডিক্যাল

কলেজের শারীরতত্ত্ব বিভাগে বদলী হন। 1954 সালে তিনি শারীরতত্ত্বে এম. এস সি ডিগ্রী অর্জন করেন এবং তাঁর বিভাগের প্রধান হিসাবে উন্নীত হন। এর চার বছর বাদে তিনি মাদ্রাজ বিশ্ববিদ্যালয় থেকে পি-এইচ. ডি. ডিগ্রী লাভ করেন।

1961 সালে তিনি লণ্ডন বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃক ভিকিটিং প্রোফেসর হিসাবে আমন্ত্রিত হন। 1961 সালে ষ্টকহোমে অনুষ্ঠিত আন্তর্জাতিক কার্যকোলাজি সম্মিলনে তিনি গ্রেট ব্রুটেন থেকে প্রতিনিধি হিসাবে যোগদান করেন এবং ক্যারলিনস্কা ইনস্টিটিউটের অধ্যাপক ভন ইউলার-এর সঙ্গে কিছু দিন কাজ করেন। তিনি যুক্তরাষ্ট্রের নিউইয়র্ক, চিকাগো, উইসকনসিনের মেডিক্যাল কলেজ এবং গবেষণাগারগুলি পরিদর্শন করেন।

দেশ-বিদেশের চিকিৎসা সাক্ষরী পত্রিকার তাঁর 40টি মৌলিক প্রবন্ধ প্রকাশিত হয়েছে। ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের অধিবেশনে শারীরবৃত্ত শাখার তিনিই প্রথম মহিলা সভানেত্রী। তিনি মাদ্রাজ বিশ্ববিদ্যালয়ের অ্যাকাডেমিক কাউন্সিলের সদস্য এবং বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়ের পরীক্ষক। তিনি I. C. M. R-এর বিশেষজ্ঞ গ্রুপ কমিটির সদস্য ছিলেন। তাঁর তত্ত্বাবধানে কয়েক জন ছাত্র গবেষণার কাজ করেছেন।

তিনি তারতবর্ষ এবং অন্যান্য দেশ পরিভ্রমণ করেছেন। একজন একনিষ্ঠ সমাজকর্মী হিসাবে তিনি পরিচিত। তিনি ওয়ার্কিং উইমেনস অ্যাসোসিয়েশন এবং ব্রাহ্ম বিজ্ঞান সমাজের (মাদ্রাজ) সহ-সভানেত্রী।

ডক্টর মদনমোহন সিংহ

সম্ভাপতি—মনস্তত্ত্ব ও শিক্ষামূলক বিজ্ঞান শাখা

1924 সালের 1লা ডিসেম্বর ডক্টর সিংহ বেদিনীপুর জেলার গোপালনগরে জন্মগ্রহণ করেন।

কলিকাতার পার্ক ইনস্টিটিউশন ও কন্টিনেন্টাল কলেজে শিক্ষালাভের পর কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে 1947 সালে দর্শনে এম. এ. পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হন। এম. এ. পরীক্ষার মনস্তত্ত্ব তাঁর অসীমত্যা বিষয় ছিল। তিনি কয়েক মাস গোপালনগর কে. পি. হাই স্কুলে শিক্ষকতা করেন। 1948 সালে শিলং-এর সেন্ট অ্যান্টনিস কলেজে তিনি তর্কশাস্ত্র ও মনস্তত্ত্বের লেকচারার নিযুক্ত হন। 1953 সাল পর্যন্ত তিনি সেখানে ছিলেন। তার পর যুক্তরাষ্ট্রের অরিগন বিশ্ববিদ্যালয়ের মনস্তত্ত্ব বিভাগে সহকারী গবেষক হিসাবে যোগদান করেন। তিন বছরের মধ্যেই তিনি এম. এস. এবং পি-এইচ. ডি (মনস্তত্ত্ব) ডিগ্রী অর্জন করেন। এর পর তিনি অরিগন বিশ্ববিদ্যালয়ের ইউ-এস-পি-এইচ-এস গবেষণা প্রকল্পের প্রোগ্রাম ডিরেক্টর ও মনস্তত্ত্ব সহযোগী গবেষক হিসাবে নির্বাচিত হন। 1957 সালে ভারতে প্রত্যাবর্তনের পর তিনি গৌরকপূর বিশ্ববিদ্যালয়ে মনস্তত্ত্ব ও দর্শন বিভাগের প্রধান হিসাবে নিযুক্ত হন। 1962 সালের 1লা মার্চ তিনি বারাণসী হিন্দু বিশ্ববিদ্যালয়ে মনস্তত্ত্ব বিভাগের প্রোফেসর ও প্রধানরূপে যোগদান করেন।

ডক্টর সিংহের অনেক গবেষণা-পত্র দেশ-বিদেশের পত্রিকায় প্রকাশিত হয়েছে। ব্রাহ্মীর আচরণগত গুণাগুণ সম্পর্কে গবেষণার জন্য তিনি ইউ-জি-সি থেকে দুটি অনুদান পেয়েছেন। প্রোটিনের ঘাটতি এবং বুদ্ধিবৃত্তি প্রভৃতি বিষয়ে তিনি গবেষণা করেছেন। 1970 সালের প্রথম ছয় মাস তিনি যুক্তরাষ্ট্রের উইসকনসিন বিশ্ববিদ্যালয়ে নিউরোকিমিক্যালজি গবেষণাগারে কাজ করেন।

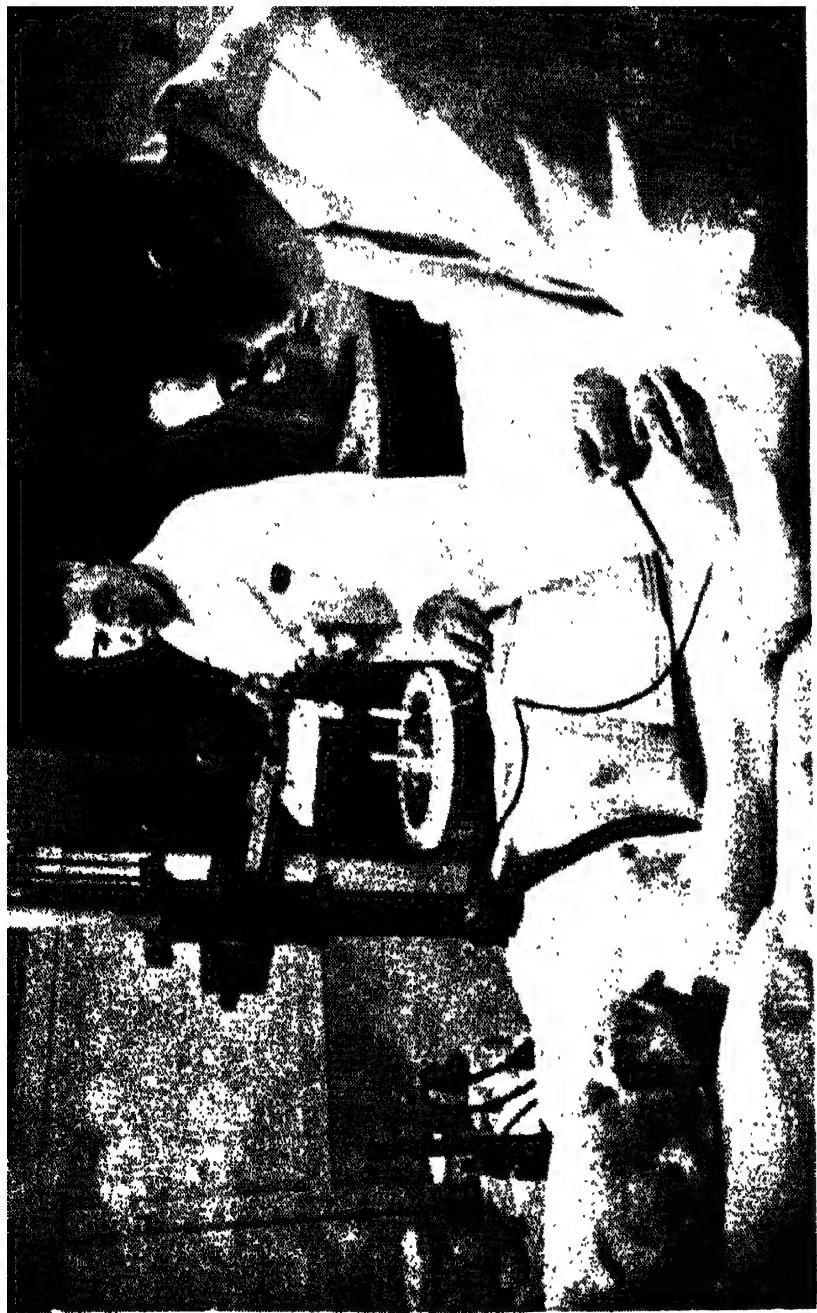
তাঁর তত্ত্বাবধানে গবেষণা করে কয়েকজন ছাত্র পি-এইচ. ডি. ডিগ্রী লাভ করেছেন। প্রাচ্য দেশের উপযোগী করে তিনি মনস্তত্ত্বমূলক পাঠ্যক্রমের কিছু পরিবর্তন সাধনও করেছেন।

কিশোর বিজ্ঞানীর
দপ্তর

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

জানুয়ারী — 1971

চতুর্বিংশ বর্ষ — প্রথম সংখ্যা



বয়োবৃদ্ধির ফলে শারীরিক অক্ষমতার কারণ অনুসন্ধান

বয়স বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে শারীরিক কর্মক্ষমতা হ্রাস পায়। তৎক্ষণাত্‌ আসে কেন? তখন করে কিছুকে জানতে চাইলে যুবজনে চিত্ত কর্তব্য রাখা হয়। এই সময়ের সমাধানের উপায় যুক্তি দেয় করবার জায়গা ইউ. এস. এ-র বিজ্ঞানীরা। তাকে কল থেকেই পরীক্ষা চালিয়ে আসছেন। ইংরেজ দেশে যাচ্ছে — একজন যজ্ঞকারীর হৃৎপিণ্ডের কর্মক্ষমতা পরীক্ষার জন্যে এক বকম হাঙ্গা তরল বস্তুর পদার্থ প্রয়োগ করে 'ডাইক্টিমেন ট্রেস' করা হচ্ছে। অনেক দিনের গুপ্তীত পরীক্ষার ফলাফল তুলনা করে কিছুকে নির্দিষ্টকর করবার ব্যবহার উপযোগী ব্যবস্থার সম্ভাবনা পাওয়া

ধাতুর অবক্ষয়

পৃথিবীতে বছরে যত ধাতু উৎপন্ন হয়, তার শতকরা প্রায় 10 ভাগ নষ্ট হয় অবক্ষয়ে। কোন কোন রাসায়নিক শিল্পে সাজসরঞ্জাম বদলাতে হয় প্রতি ছয় থেকে বারো মাসে; আর হাইড্রোজেন সালফাইট থাকলে তৈল উৎপাদনে ব্যবহৃত পাম্পের নল 25-30 দিনেই নষ্ট হয়ে যেতে পারে। আলো, জল, বাতাস এবং আরো কিছু কিছু ভৌত কারণে ধাতুর উপর যে অবক্ষয় ঘটে থাকে, বিজ্ঞানীদের কাছে সেটি এক বিরাট সমস্যা।

মানুষ যখন প্রস্তর যুগ পেরিয়ে এলো, তখন থেকেই সে ধাতু-অবক্ষয়ের সমস্যার সম্মুখীন হয়েছিল এবং আজ অবধি সে সমস্যার সমাধান হয় নি। অথচ ভাবলে অবাক হতে হয় যে, ভারতীয় লৌহ-শিল্প এক সময়ে বিশ্বে চমক সৃষ্টি করেছিল। ঐতিহাসিকদের বক্তব্য—ভারত এক সময়ে যে ইস্পাত রপ্তানী করতো, সেই ইস্পাত দিয়েই তৈরি হয়েছিল দামস্কাসের বিখ্যাত তরবারি, যা এখনো বাহুবলে সযত্নে রক্ষিত আছে। ভারতের প্রাচীন লৌহ-শিল্পের আর এক ঐতিহাসিক নিদর্শন দিল্লীর লৌহস্তম্ভ। রোদ-জল, ঝড়-বৃষ্টি এবং বাতাস—দীর্ঘ পনেরো-শ' বছর ধরে আজো তার বুকে সামান্য অবক্ষয়ের রেখা এঁকে দিতে পারে নি—তার বুকে কোথাও এতটুকু মরচে ধরে নি।

আমরা সেই প্রাচীন লৌহ-শিল্পের ধারাবাহিকতা সযত্নে রক্ষা করতে পারি নি। অতীতের কুশলী ধাতু-বিজ্ঞানীদের সেই অভিনব কলা-কৌশল কোথায় হারিয়ে গেছে, কে তার খবর রাখে। প্রাচীন ভারতের ইস্পাত উৎপাদনের পদ্ধতিটি হেনরি বেলিমার মাজাজ থেকে জেনে নিয়ে দেশে ফিরে ইস্পাত উৎপাদনের আধুনিকতম চুল্লী বেলিমার কনভার্টার তৈরি করতে সক্ষম হয়েছিলেন।

বিংশ শতাব্দীতে বিশ্বের ধাতু-বিজ্ঞানীরা ধাতু-নিকাশনের নতুন নতুন পদ্ধতি উদ্ভাবন করেছেন, তৈরি করেছেন উন্নত মানের সঙ্কর ধাতু। ফলে বর্তমান শতাব্দীর মাঝামাঝি ধাতুর ব্যবহার দারুণভাবে বেড়ে গেছে এবং ধাতু-বিজ্ঞানের যথেষ্ট উন্নতিও ঘটেছে। কিন্তু আজো পর্যন্ত কিছু কিছু ধাতুকে মরচে-ধরা বা অজ্ঞভাবে অবক্ষয়ের হাত থেকে পুরাপুরি রক্ষা করার মত কোন সঠিক উপায় এখনো কোন দেশ আয়ত্ত করতে পারে নি। ফলে ভারত ছাড়াও বিশ্বের অজ্ঞতম উন্নত দেশ মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে বার্ষিক ক্ষতি হয় অন্তত 850 কোটি ডলার, যুক্তোনে হয় 200 কোটি ডলার এবং সোভিয়েট ইউনিয়নে ওই ক্ষতির পরিমাণ 600 কোটি রুবল।

কাজেই ধাতুতে মরচে-ধরা একটি সমস্যা—বড় রকমের সমস্যা, তবে সমস্যাটা

ঘটে রসায়নের স্বাভাবিক নিয়ম অনুসারেই। মরুচে-ধরা লোহার একটি ধর্ম। বাতাসে লোহার মরুচে ধরে এবং যে মূল যৌগিক পদার্থ থেকে সেটা পাওয়া গিয়েছিল, আবার তাতেই পরিণত হয়।

বিজ্ঞান কি তাহলে অবক্ষয় নিবারণে অক্ষম? না—যেমন বিভিন্ন রকম অবক্ষয়ের প্রক্রিয়া আছে, তেমনই অবক্ষয় থেকে ধাতু সংরক্ষণের বিভিন্ন রকম উপায়ও আছে। এই ব্যাপারে বিশ্বের সর্বত্র গবেষণা চলছে।

ধাতু অবক্ষয়ের বিরুদ্ধে সোভিয়েট ইউনিয়নে বিস্তারিত গবেষণা হচ্ছে। বিশেষ প্রতিকূল অবস্থার মধ্যে কাজে লাগাবার জন্তে ক্রোম, মলিবডিনাম আর অন্যান্য ধাতুর সঙ্গে লোহার কয়েকটি নতুন সঙ্কর ধাতু তৈরি করা হয়েছে রাশিয়ার। যাতে অবক্ষয়রোধক গুণ সৃষ্টি হতে পারে, সে জন্তে বিশুদ্ধ টাইটানিয়াম এবং তার ভিত্তিতে কোন কোন সঙ্কর ধাতু উৎপাদনের প্রণালীও নির্ধারণ করেছে তারা। ট্যাংকালাম, বিভিন্ন নিকেলভিত্তিক সঙ্কর ধাতু এবং প্যাটিনাম আর সোনার ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হতে পারে, এমন একটা নতুন অবক্ষয়রোধক সঙ্কর ধাতু সোভিয়েট ইউনিয়ন উৎপন্ন করেছে—সেটা হলো '4201' (টাইটানিয়াম+33% মলিবডিনাম)। তাছাড়া সাধারণ এবং অতিরিক্ত তাপমাত্রায় বায়ুমণ্ডলীয় অবক্ষয় এং কয়েক রকমের অতি প্রতিকূল মাধ্যমে অবক্ষয় থেকে ধাতু সংরক্ষণের জন্তে ব্যাপকভাবে ধাতব প্রলেপ ব্যবহৃত হচ্ছে। আগে এজন্তে ব্যবহার করা হতো বিভিন্ন প্রকার গ্রীক। কিন্তু তাতে দীর্ঘস্থায়ী সংরক্ষণের কাজ হতো না। অবশ্য কোন কোন ধাতু সংরক্ষণের জন্তে ব্যবহৃত অন্যান্য ধাতুর প্রলেপ দীর্ঘস্থায়ী হয়।

তাছাড়া ক্যাথোডিক সংরক্ষণ পদ্ধতিতে রাশিয়া নলপথের ব্যাপক ব্যবহার এবং জাহাজ, বিশেষতঃ ট্যাংকারের কাঠামোকে সমুদ্রজলের ফ্রিয়া থেকে রক্ষার ব্যবস্থা করেছে। ক্যাথোডিক সংরক্ষণ বলতে বুঝায়—হুটি ধাতু পরস্পরের সংস্পর্শে এলে ধাতু হুটির রাসায়নিক সক্রিয়তার মধ্যে পার্থক্য যত বেশী হবে—অধিকতর সক্রিয় ধাতুটির অবক্ষয় হবে তত বেশী, আর অন্তর্গত সংরক্ষণও হবে তত ভাল।

আমেরিকাও অবক্ষয়রোধক সঙ্কর ধাতু তৈরি করেছে এবং অবক্ষয়ের হাত থেকে লোহা ও অন্যান্য ধাতুকে রক্ষা করার জন্তে বা ধাতুকে যাতে বাতিল গাদায় ফেলতে না হয়, সে জন্তে তৈরি করেছে এক পরত কিংবা একাধিক পরতের বিভিন্ন প্রলেপ। সেগুলিতে কোন অতিরিক্ত যান্ত্রিক ফিনিশের দরকার হয় না। এই ব্যবস্থা অবশ্য রাশিয়াতেও প্রচলিত আছে।

এই অবক্ষয় সমস্যা সমাধানের জন্তে ভারত যে একেবারে পিছিয়ে রয়েছে, তা নয়। এই ব্যাপারে ভারতেও গবেষণা চলছে। জামশেদপুরের জাতীয় ধাতু গবেষণাগারের বিশেষজ্ঞেরা নিয়মিত গবেষণা চালিয়ে যাচ্ছেন। কিতাবে এই

অবক্ষয় প্রতিরোধ করা সম্ভব, অন্ততপক্ষে বাতে এই সমস্যাটি যথেষ্ট পরিমাণে কমিয়ে আনা যায়। ইতিমধ্যে এই সম্পর্কে অনেক মূল্যবান তথ্য সংগৃহীত হয়েছে। এঁরা অ্যালুমিনিয়ামযুক্ত এক ধরনের ধনাত্মক তড়িৎ-দ্বার বা অ্যানোড তৈরি করেছেন, যা সমুদ্রে যাতায়াতকারী জাহাজের নীচের অংশকে লবণাক্ত জলের সংস্পর্শে আসবার কলে ক্ষয়ে যাবার হাত থেকে বাঁচাতে পারবে। এই ধরনের অবক্ষয় রোধের ব্যাপারে ভারতীয় জাতীয় ধাতু গবেষণাগারের একটি শাখা পশ্চিম বঙ্গের দীঘা সাগর-নৈকতে স্থাপিত হয়েছে। এখানে চলছে ধাতুর অবক্ষয় রোধের ব্যাপক গবেষণা।

বিজ্ঞানীরা অবক্ষয় থেকে ধাতু সংরক্ষণের জগ্গে যতই গবেষণা চালান না কেন, ব্যাপারটার ক্রিয়াকৌশল আমাদের সম্পূর্ণ জানা আছে, এমন কথা বলা যায় না। মূলতঃ ধাতু যতকাল ব্যবহৃত হবে—অবক্ষয়ও থাকবে ততকালই। ধাতুর জীবনকাল বাড়ানো যায় কি ভাবে—সেটা নিয়েই কথা।

সুনীল সরকার

পাতার রং ও ক্লোরোফিল

পাতার রং বলতে প্রথমেই মনে পড়ে সবুজ রঙের কথা। কারণ অধিকাংশ উদ্ভিদেরই পাতার রং সবুজ। সবুজ রং ছাড়াও বিভিন্ন জাতীয় কতকগুলি উদ্ভিদের পাতায় লাল, নীল, হলুদে, কমলা প্রভৃতি বিচিত্র রং দেখা যায়। উদ্ভিদেরও যে প্রাণ আছে, তা তোমরা সবাই জান। উদ্ভিদ-কোষ সম্পর্কে ঊনবিংশ ও বিংশ শতকেই উল্লেখযোগ্য গবেষণা হয়। আরও আগে ১৬৬৫ সালে রবার্ট হুক সোলায় ছিপির খুব পাতলা প্রস্থচ্ছেদ অণুবীক্ষণ যন্ত্রে পর্যবেক্ষণ করে অসংখ্য ছোট ছোট খোপ (Chamber) দেখতে পান। মৌমাছির চাকের খোপের সঙ্গে সাদৃশ্য লক্ষ্য করে তিনি এগুলির নাম দিয়েছিলেন সেল অর্থাৎ কোষ। সেই নামই আজ পর্যন্ত চলে আসছে। রবার্ট হুক ছিপিতে দেখেছিলেন উদ্ভিদের মৃত কোষ। আজকের মত তখন উন্নত ধরনের অণুবীক্ষণ যন্ত্র ছিল না। কাজেই জীবন্ত কোষ ও তার ভিতরের জীবন্ত পদার্থ সম্বন্ধে পুঙ্খানুপুঙ্খরূপে আণুবীক্ষণিক পর্যবেক্ষণ করা সম্ভব হয় নি।

তারপর কেটে গেছে প্রায় দেড়-শ' বছরের মত, উদ্ভিদ-কোষ সম্পর্কিত গবেষণায় খুব একটা উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন আসে নি। তার পর ঊনবিংশ শতাব্দীতে আসে

একটা প্রচণ্ড আলোড়ন—উদ্ভিদ-কোষের গবেষণায় অকল্পনীয় প্রগতি সাধিত হয়। Mathias Jacob Schleiden, Theodor Schwann, Hugo Von Mohl, Nägeli, Thomas Henry Huxley, জগদীশচন্দ্র প্রমুখ বৈজ্ঞানিকগণের গবেষণায় উদ্ভিদ-কোষ সম্পর্কে অনেক অজ্ঞাত রহস্য উদ্‌ঘাটিত হয়। বিংশ শতাব্দীতে এ-সম্পর্কে অনুসন্ধান-কার্য অধিকতর দ্রুত গতিতে চলতে থাকে। ইলেকট্রন মাইক্রোস্কোপ উদ্ভাবিত হবার ফলে বিজ্ঞানের আরেক অধ্যায় উন্মোচিত হয়। পুঙ্খানুপুঙ্খরূপে উদ্ভিদ-কোষের পর্যবেক্ষণ সম্ভব হবার ফলে আবিষ্কৃত হলো অনেক অজানা বস্তু—জানা গেল উদ্ভিদ-কোষের বহু রহস্যের কথা। পাতার রঙের কথা বলতে গেলে এই উদ্ভিদ-কোষ সম্পর্কে আলোচনা করা প্রয়োজন। প্রাণিদেহের মত উদ্ভিদেদেহও কোটি কোটি কোষের সমন্বয়ে গঠিত। একটি উদ্ভিদ-কোষে সজীব ও নির্যীব দুটি অংশ থাকে। কোষ-প্রাচীর নির্যীব পদার্থে গঠিত আর প্রোটোপ্লাজমে আছে সজীব পদার্থ। কোষের চারদিকে যে বেঠেনী থাকে, তাই কোষ-প্রাচীর এবং কোষ-প্রাচীরের দ্বারা আবদ্ধ কোষের মধ্যস্থিত পদার্থই প্রোটোপ্লাজম। জীবন্ত এই প্রোটোপ্লাজম তিনটি সজীব পদার্থের দ্বারা গঠিত।

প্রোটোপ্লাজমের কেন্দ্রীয় বস্তু হচ্ছে নিউক্লিয়াস, সাইটোপ্লাজম ও প্লাসটিড নিউক্লিয়াসের, আদেশমতই অস্ত্র সবাই চলাফেরা করে। তাছাড়া কোষে থাকে কোষ-গহ্বর (Vacuole)। এতে বাতাস ও কোষ-রস থাকে। কোষের মধ্যে গোলাকার ঘন অংশটিই নিউক্লিয়াস, তার চেয়ে ছোট ছোট গোলাকার জিনিসগুলি প্লাসটিড, আর যে ঘন জলীয় মাধ্যমে নিউক্লিয়াস ও প্লাসটিডগুলি চলাফেরা করে, তার নাম সাইটোপ্লাজম। অবশ্য ক্ষেত্রবিশেষে এই কোষের মধ্যে বিশেষ ধরনের নির্যীব আগন্তুককে জায়গা দিতে হয়; যেমন—আলুর কোষে শ্বেতসার, আখের কোষে শর্করা, কচুজাতীয় গাছের কোষে ক্যালসিয়াম অক্সালেট; তিল, সর্ষে ইত্যাদির কোষে তৈলজাতীয় পদার্থ ইত্যাদি।

গোলাকার ছোট ছোট জীবন্ত প্লাসটিডগুলিই বিভিন্ন রঙের আধার। প্রতিটি কোষে এদের সংখ্যা কয়েকটি থেকে শতাধিকও হতে পারে। এগুলির জন্মেই পাতার রং সবুজ বা অস্বচ্ছ বিভিন্ন বর্ণের হয়ে থাকে। অবশ্য কখনো কখনো কোষের রসে অ্যানথোসায়ানিন নামে একটি রং থাকে। অ্যানথোসায়ানিন কোষের অস্বচ্ছ রসে লাল ও ক্ষারীয় রসে নীলবর্ণ ধারণ করে। রঙের প্রকারভেদে অম্লযায়ী প্লাসটিড তিন রকম হয়ে থাকে—ক্রোরোপ্লাস্ট, ক্রোমোপ্লাস্ট ও লিউকোপ্লাস্ট। সবুজ রঙের প্লাসটিডগুলিকে বলে ক্রোরোপ্লাস্ট, সবুজ রং বাদে অস্ত্র যে কোন রঙের প্লাসটিড হলেই তাকে বলে ক্রোমোপ্লাস্ট আর যে প্লাসটিডগুলির কোন রং নেই, অর্থাৎ বর্ণহীন তাদের বলে লিউকোপ্লাস্ট।

প্লাসটিডগুলির একটা অল্পদ কমতা আছে। এরা বছরপূরী স্থায় রং বদলাতে পারে; অর্থাৎ আজ যে বর্ণহীন লিউকোপ্লাস্ট, দু-দিন বাদে সেটাই সবুজ রঙের ক্রোরোপ্লাস্ট

পরিবর্তিত হতে পারে—যেমন দেখা যায়, হালকা রঙের কচিপাতা বড় হবার সঙ্গে সঙ্গে ঘন সবুজ পাতায় রূপান্তরিত হয় অথবা ঢেকে রাখা ক্যাকাসে ঘাস-পাতা সূর্যালোকের স্পর্শে সবুজ রঙে পরিবর্তিত হয়। তোমরা নিশ্চয়ই লক্ষ্য করে থাকবে যে, অনেক গাছের কচিপাতা প্রথমে ঈষৎ লালচে-হলুদে বা খুব হালকা সবুজ রঙের হয়ে থাকে। কিন্তু বড় হবার সঙ্গে সঙ্গে ঐ পাতাগুলি ক্রমশঃ ঘন সবুজ পাতায় পরিবর্তিত হয়। এক্ষেত্রে কচিপাতার লিউকোপ্লাস্ট ও ক্রোমোপ্লাস্ট সবুজ রঙের ক্লোরোপ্লাস্টে রূপান্তরিত হয়। আর সবুজ ঘাস ঢেকে রাখলে পাতার সবুজ ক্রোমোপ্লাস্ট সূর্যালোক না পায় বর্ণহীন লিউকোপ্লাস্ট ও কিছু পরিমাণ ক্রোমোপ্লাস্টে রূপান্তরিত হয়। তাই ঘাসের রং হয়ে যায় সাদা বা ক্যাকাসে হলুদে, কিন্তু ঢাকা তুলে দিলে সেই রূপান্তরিত লিউকোপ্লাস্ট ও ক্রোমোপ্লাস্টই সূর্যের আলো পেয়ে আবার সবুজ রঙের ক্লোরোপ্লাস্টে পরিবর্তিত হয়ে যায়।

এ তো গেল প্লাসটিডের রূপান্তরিত হবার ঘটনা। কিন্তু প্লাসটিডগুলি কেন এমন বিভিন্ন রঙের হয়ে থাকে? প্লাসটিডের রাসায়নিক বিশ্লেষণ ও আণুবীক্ষণিক পরীক্ষা-নিরীক্ষায় দেখা গেছে যে, এক-একটি ক্রোমোপ্লাস্ট প্রোটিনজাতীয় matrix stroma-র দ্বারা গঠিত। এই স্ট্রোমার মধ্যেই ছোট ছোট দানাব মত নানা রঙের সমাবেশ দেখা যায়। দানাগুলিকে বলা হয় grana। ক্রোমোপ্লাস্টের grana-র মধ্যে এক প্রকার সবুজ রং থাকে, যার জন্তে ক্রোমোপ্লাস্ট সবুজ রঙের হয়। রঙটির নাম ক্লোরোফিল। এক-একটি grana-তে কয়েক লক্ষ ক্লোরোফিল অণু থাকতে পারে। Stroma ও grana সমেত একটি পূর্ণাঙ্গ ক্রোমোপ্লাস্টকে অণুবীক্ষণ যন্ত্রে অনেকটা প্লেটের মত দেখায়। ব্যাসে ৪ থেকে ১০ মাইক্রন আর উচ্চতায় ১ থেকে ২ মাইক্রন ($1 \text{ মাইক্রন} = 10^{-4} \text{ সে. মি.}$)। ক্যারোটিনয়েড পিগ্মেন্ট নামক এক ধরণের রং থাকবার ফলে ক্রোমোপ্লাস্টগুলির বর্ণ নানা রকম হয়ে থাকে। ক্যারোটিনয়েড পিগ্মেন্ট আবার অনেক রকমের হয়; যেমন—জ্যান্থোফিল রং থাকলে ক্রোমোপ্লাস্টের রং হয় হলুদে; ক্যারোটিন রং থাকলে হয় কমলাভ-লাল; আবার লাইকোপিন থাকলে ক্রোমোপ্লাস্টের বর্ণ হয় একদম লাল। শুধু কি তাই? আবার যখন সবুজ রঙের ক্রোমোপ্লাস্ট এই সব বিভিন্ন রঙের ক্রোমোপ্লাস্টের সঙ্গে মিশ্রিত অবস্থায় থাকে, তখন উদ্ভিদ-পত্র, ফুল, ফল ও মূলে অনেক বিচিত্র বর্ণের সৃষ্টি হয়ে থাকে। ক্রোমোপ্লাস্ট বেশী থাকে প্রধানতঃ ফুল, যাবতীয় পাকাফল, বীট-গাজরের মূল প্রভৃতিতে এবং লাল রঙের লাইকোপিনযুক্ত ক্রোমোপ্লাস্ট বেশী থাকে পাকা টোম্যাটো, লাল লঙ্কা, লাল গোলাপ ফুল প্রভৃতিতে।

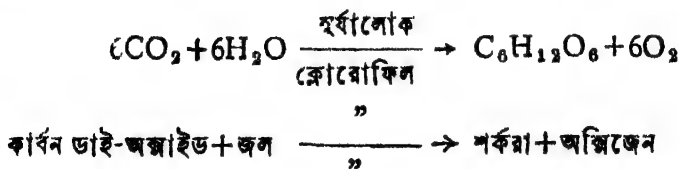
ক্লোরোফিলের সবুজ রঙের আবার প্রকারভেদ আছে; যেমন—ক্লোরোফিল এ, বি সি, ডি, ইত্যাদি। ব্যাক্টেরিও ক্লোরোফিল ব্যাক্টেরিও ভিরিডিন প্রভৃতি বিভিন্ন রকমের

হলেও রাসায়নিক সংযুতিতে প্রচুর সাদৃশ্য বিদ্যমান। উচ্চস্তরের উদ্ভিদের ক্লোরোফিল—এ ও বি-এর অনুপাত মোটামুটি 3 : 3 থেকে 5 : 1 পর্যন্ত দেখা যায়।

ক্লোরোফিল-এ থাকে সমস্ত আলোকসংশ্লেষণকারী উদ্ভিদে, ক্লোরোফিল-বি থাকে সবুজ শৈবাল ও উচ্চস্তরের উদ্ভিদে। ক্লোরোফিল-নি থাকে খয়েরী রঙের শৈবাল ও ডায়েটম নামক অতি ক্ষুদ্র উদ্ভিদে। আর ক্লোরোফিল-ডি থাকে লাল শৈবালে। Purple bacteria-তে থাকে ব্যাক্টেরিও ক্লোরোফিল এবং সবুজ জীবাণুতে থাকে ব্যাক্টেরিও ভিরিডিন।

উদ্ভিদই যে সব ক্লোরোফিল তৈরি করতে পারে, তা নয়। ক্লোরোফিলের গঠন কতকগুলি বিষয়ের উপর নির্ভর করে; যেমন—আলোর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য, উদ্ভিদ-বংশ এবং অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, ম্যাগনেসিয়াম, লোহা, তামা, জল এবং তাপমাত্রা ইত্যাদি।

445 মি. মাইক্রন এবং 620 থেকে 660 মি. মাইক্রন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোর সবচেয়ে বেশী ক্লোরোফিল গঠনের ক্ষমতা রয়েছে। আবার ব্যতিক্রমও আছে, যেমন—জলপদ্মের চারা উৎপন্ন হবার সময় আলোর উপস্থিতি ছাড়াই ক্লোরোফিল তৈরি করতে পারে। আবার মস, ফার্ন, শৈবাল প্রভৃতি উদ্ভিদ আলো ও অন্ধকার দুই অবস্থাতেই ক্লোরোফিল গঠন করতে পারে। এখন কথা হচ্ছে, ক্লোরোফিল কি শুধু পাতার রঙের জন্তেই থাকে? না, তা নয়। ক্লোরোফিল উদ্ভিদকে এক গুরুত্বপূর্ণ কাজে সাহায্য করে থাকে। কাজটি হচ্ছে আলোকসংশ্লেষণ। উদ্ভিদ পত্ররন্ধ্রের ভিতর দিয়ে বাতাস থেকে কার্বন ডাই-অক্সাইড টেনে নেয় এবং আলোকের সাহায্যে কোষের মধ্যস্থিত জলের সঙ্গে বায়োকেমিক্যাল বিক্রিয়া ঘটিয়ে শর্করা প্রস্তুত করে। এই প্রক্রিয়াকেই বলে আলোকসংশ্লেষণ। রসায়নবিদেরা এই প্রক্রিয়াকেই অতি সংক্ষেপে এই ভাবে প্রকাশ করেছেন—



ক্লোরোফিল সূর্যালোক শোষণ করে উপরিউক্ত বায়োকেমিক্যাল বিক্রিয়া নিষ্পন্ন করে থাকে। এমনি ভাবেই সমস্ত উদ্ভিদ-জগৎ বায়ুমণ্ডল থেকে কার্বন ডাই-অক্সাইড টেনে নেয় এবং অক্সিজেন ছেড়ে দেয়। তাই বাতাসে কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ বেড়ে যেতে পারে না। ফলে জীবজগতের নিশ্বাস-প্রশ্বাসে উদ্ভূত কার্বন ডাই-অক্সাইডের জন্তে বায়ুমণ্ডল দূষিত হতে পারে না। পূর্বে ধারণা ছিল, উদ্ভিদ বাতাস থেকে যে কার্বন ডাই-অক্সাইড টেনে নেয়, তাই আলোকসংশ্লেষণ বিক্রিয়ার মাধ্যমে অক্সিজেনে রূপান্তরিত করে বায়ুমণ্ডলে ছেড়ে দেয়। কিন্তু আলোকসংশ্লেষণ

ব্যবহৃত জলে অক্সিজেন আইসোটোপ (O^{18}) ব্যবহার করে দেখা গেছে যে, উদ্ভিদ যে অক্সিজেন ছাড়ে, তার মধ্যে অক্সিজেন আইসোটোপ (O^{18}) রয়েছে; অর্থাৎ উদ্ভিদ বায়ু-মণ্ডলে যে অক্সিজেন ছাড়ে, তা আসে মূলতঃ আলোকসংশ্লেষণে অংশগ্রহণকারী জল থেকেই। উদ্ভিদে ক্লোরোফিলের অবদান যে কত গুরুত্বপূর্ণ, এথেকে সহজেই তা বোঝা যায়। মহাকাশ-বিজ্ঞানীরা ভবিষ্যৎ মহাকাশযানে অক্সিজেন না নিয়ে শুধু ক্লোরোফিল নামক উদ্ভিদ নিয়ে কাজ চালাবার জন্যে কৌতূহলান্বিত হয়ে উঠেছেন। ক্লোরোফিলে রয়েছে প্রচুর পরিমাণে ক্লোরোফিলের উপস্থিতি। তাই আজ ক্লোরোফিল নিয়ে গবেষণার ক্ষেত্র হয়েছে বিস্তৃত। এই বিষয়ে কাজও চলেছে অতি দ্রুতগতিতে।

মধুশ্রী দে ও মণ্টু বাগচী*

* কৃষি-বিভাগ, বিজ্ঞান কলেজ, কলিকাতা-১৯

জিরাফ

পৃথিবীর সর্বোচ্চ প্রাণী হচ্ছে জিরাফ। হাতী, গরীসা, গণ্ডার প্রভৃতি কোন হিংস্র প্রাণীই উচ্চতায় এদের সমকক্ষ নয়। আফ্রিকা মহাদেশের সাহারা মরুভূমির দক্ষিণাঞ্চলে এদের বাস। এরা সাধারণতঃ দলবঁধে বিচরণ করে।

জিরাফ স্তন্যপায়ী শ্রেণীর আর্টিওডাক্টাইসা বর্গের অন্তর্গত। এদের বৈজ্ঞানিক নাম—জিরাফা ক্যামেলোপার্ডালিস। এরা তৃণভোজী প্রাণী। বিরটকায় মাইমোসা গাছের কচিপাতা খেয়েই এরা জীবনধারণ করে। তা ছাড়া কাঁটাগাছও এদের প্রিয় খাদ্য। একটি প্রাপ্তবয়স্ক জিরাফ উচ্চতায় প্রায় সতেরো-আঠারো ফুট হয়ে থাকে। এক একটির ওজন হয় প্রায় দেড় টন। এদের পা বেশ লম্বা, কিন্তু ঘাড় ও পায়ের তুলনায় দেহটা খুবই ছোট। এদের বুক প্রশস্ত, কিন্তু তার তুলনায় দেহের অস্বাভাবিক অংশ খুব সরু। এদের সামনের পা দুটি বেশ লম্বা, কিন্তু পিছনের পা দুটি বেশ ছোট। ফলে যখন এরা ঘাড় তুলে দাঁড়ায়, তখন দেখায় যেন সমগ্র দেহটা ঘাড় থেকে ঢালু হয়ে নেমে এসেছে। এদের গায়ে চামড়া ভয়ানক শক্ত, কোন কোন অংশে প্রায় এক ইঞ্চি পুরু। এদের গায়ে ডোরা দাগ থাকে। এই দাগগুলি হলুদে ও তামাটে রঙের। ছোট অঞ্চল ঘন লোমের দ্বারা এদের সারা দেহ আবৃত। এদের মাথায় শিঙের মত দুটি উঁচু অংশ থাকে। এই দুটি আসলে শিং নয়—শক্ত মাংসপিণ্ড মাত্র। নাকের উপরেও এরকমের আর একটা তৃতীয় মাংসপিণ্ড থাকে। জিরাফের ঘাড় এবং জিহ্বা বেশ লম্বা। এদের চোখ দুটি বেশ বড় বড়। চোখের দুটি থেকেই বোঝা যায় যে, জিরাফ বেশ চালাক।

জিরাফের গতিবেগ খুব তীব্র। এরা যখন ছুটেতে থাকে তখন লেজটাকে কুণ্ডলী পাকিয়ে পিঠের উপর তুলে লম্বা ঘাড়টা এদিক-ওদিক দোলাতে থাকে। যখন পুরা বেগে ছুটেতে থাকে, তখন অতি দ্রুতগামী ঘোড়ার পিঠে চাবুক মেরেও জিরাফের গতিবেগ অতিক্রম করা যায় না।

জিরাফ মরুভূমির পরিবেশেই বাস করতে অভ্যস্ত। এরা একটানা কয়েক সপ্তাহ জল পান না করেই থাকতে পারে। এদের পাকস্থলীতে তিনটি অংশ আছে। খাওয়া পেলেই এরা তা ভাড়াভাড়ি গিলে খেয়ে নেয়। তার পর অবসর সময়ে সেগুলি পাকস্থলী থেকে বের করে জাবর কাটে।

জিরাফের লম্বা ঘাড়ের সুবিধা-অসুবিধা দুই-ই আছে। লম্বা ঘাড় থাকবার ফলে এরা উঁচু গাছের মগ ডালের কচিপাতা খেতে পারে। পাতার কাছে যুথ না পৌঁছলেও দেড় ফুট লম্বা জিহবার সাহায্যে এরা অনায়াসে পাতা টেনে নিতে পারে। জিরাফ শত্রুর দ্বারা আক্রান্ত হলে আত্মরক্ষা করে সাধারণতঃ এই লম্বা ঘাড়ের সাহায্যে। লম্বা ঘাড়ের সাহায্যে তার মাথা দিয়ে শত্রুকে এমন আঘাত করতে পারে যে, শত্রু সহজেই পরাস্ত হয়। সাধারণতঃ সিংহ ছাড়া অল্প কোন প্রাণীই জিরাফকে আক্রমণ করতে সাহস পায় না। খুব ক্ষুধার্ত হলেই সিংহ জিরাফকে আক্রমণ করে। এই হলো জিরাফের লম্বা ঘাড় থাকবার সুবিধা। কিন্তু অসুবিধার দিকটাও কম নয়। মাটি থেকে ছোট ঘাস খাওয়া আর জল পান করা—এই দুটি কাজে তাকে বিশেষ বেগ পেতে হয়। মাটি থেকে কিছু কুড়িয়ে নেবার সময় বা জল পান করবার সময় জিরাফ প্রথমে সামনের পা দুটিকে হৃদিকে অনেকখানি কাঁক করে দেয়। তার পর সুবিধামত ঘাড়টিকে নীচে নামিয়ে দেয়। জিরাফের পক্ষে এটা বেশ কষ্টসাধ্য। তাছাড়া সময়ও লাগে বেশ কিছু।

জিরাফের জন্মবৃত্তান্ত সম্পর্কে এখনও বিজ্ঞানীরা কোন সঠিক সিদ্ধান্তে আসতে পারেন নি। প্রাচীন গ্রীসের বিজ্ঞানীরা বলেছেন যে, জিরাফ বর্গস্কর প্রাণী—উট ও লেপার্ডের সম্মিলনের ফলে জিরাফ তার গায়ের ডোরাকাঁটা দাগগুলি পেয়েছে লেপার্ডের কাছ থেকে আর তার লম্বা ঘাড় ও পা পেয়েছে উটের কাছ থেকে। তাঁদের মতে, বহু দিন জল পান করে না থাকবার ক্ষমতাও উত্তরাধিকারীসূত্রে জিরাফ উটের কাছ থেকে পেয়েছে। এই অতীতই গ্রীসদেশীয় লোকেরা জিরাফকে ক্যামেলোপার্ড বলে। আর এই কারণেই জিরাফের বৈজ্ঞানিক নাম জিরাফা ক্যামেলোপার্ডালিস।

আধুনিক যুগের বিজ্ঞানীরা কিন্তু গ্রীসের প্রাচীন বিজ্ঞানীদের কথা মানতে মোটেই রাজী নন। এঁদের মতে, উট ও লেপার্ডের সম্মিলনের ফলে জিরাফের উৎপত্তি হয়েছে—এ কথা ঠিক নয়। জিরাফ নিঃসঙ্গ প্রাণী। একমাত্র অজ্ঞান জিরাফ ছাড়া অল্প কোন প্রাণীর সঙ্গে এদের সম্পর্ক নেই। আফ্রিকার সোমালিল্যান্ডের জিরাফের সঙ্গে সাহারা প্রান্তের

জিরাফের বেশ কিছুটা সম্পর্ক রয়েছে। একজন ইংরেজ প্রাণিবিদ মধ্য-আফ্রিকার ওকাপি প্রাণীর সম্বন্ধে বলেছেন—যদিও একে জিরাফ বলা চলে না, তবুও একে নিঃসন্দেহে জিরাফ পরিবারভুক্ত বলা যায়। তাঁর মতে, জিরাফ হলো প্রাগৈতিহাসিক যুগের প্রাণী। সেই হিমযুগ থেকে রকমে আশ্রয়লা করে টিকে আছে এবং এই যুগের সঙ্গে খাপ খাইয়ে চলেছে।

শ্রীশঙ্করলাল সাহা

রাবার আবিষ্কারের কাহিনী

১৭৩৬ সাল—ইউরোপের ভৌগোলিক শার্ল-মারি কঁদামিন ব্রেজিলে গিয়েছিলেন। তিনি সেখানকার আদিবাসীদের কাছে জানতে পারলেন সেখানে একটি গাছ আছে, যার কাণ্ডে আঘাত করলে এক প্রকার সাদা ছুধের মত রস বের হয়। এই জন্তুই তারা এই গাছের নাম দিয়েছে ‘কাহুনে গাছ’। এই রসকে সামান্য গরম করলে জমাত বেঁধে কাদার মত হয় এবং তার দ্বারা নানা প্রকার জিনিস তৈরি করা যায়।

তিনি ভাবতে লাগলেন এটাকে অল্প কোন কাজে লাগানো যায় কিনা? এই খবর ইউরোপ ও আমেরিকার বিজ্ঞানীদের মধ্যে তুমুল আলোড়ন সৃষ্টি করে। সকলেই জিনিসটাকে নিয়ে পরীক্ষা-নিরীক্ষা শুরু করেন। তাঁরা শুধু জানতে পারলেন, এটা দিয়ে পেনসিলের দাগ তোলা ছাড়া আর কিছু করা যায় না। সে জন্তু এর নাম দেওয়া হয় রবার।

এর পর অনেক বছর কেটে গেল। সকলেই জানতো, এর দ্বারা অল্প কিছু করা যায় না। তারপর আঠারো শতকের গোড়ার দিকে একজন বিজ্ঞানী কিছুটা চাঞ্চল্য সৃষ্টি করলেন। এর নাম চার্লস ম্যাকিনটশ। তাঁর ছিল একটা ছোট রঙের কারখানা। রং তৈরির সময় স্থাপনা নামক এক প্রকার তেলজাতীয় জিনিস পাওয়া যেত। তিনি এই স্থাপনার সঙ্গে রাবার মিশিয়ে এক প্রকার ঘন জিনিস তৈরি করলেন এবং তা কাপড়ের উপর ঢেলে জলরোধক করে তা দিয়ে তিনি কোট তৈরি করেন। এইভাবে তিনি কোট তৈরীর ছোট্ট একটি কারখানাও খোলেন।

এর ফলে আমেরিকায় বহুলোক ছোট ছোট কারখানা স্থাপন করে কোট প্রস্তুত উৎসাহী হয়ে ওঠেন। কিছুকাল পরে দেখা গেল হঠাৎ তাপ প্রবাহ আবহাওয়াকে উদ্ভুত করে তুলেছে। এর ফলে কাপড়ের আন্তরণের সমস্ত পদার্থ গেল গেল। গলে যাওয়া পদার্থগুলি ঠাণ্ডার আবার শক্ত হয়ে কেটে যেতে লাগলো। সমস্ত কারখানাতেই সঙ্কট দেখা দিল এবং শেষ পর্যন্ত কারখানাগুলি বন্ধ হয়ে গেল।

সেই সময় এই বিষয় নিয়ে ভাবতে শুরু করেন চার্লস গুড্‌ইয়ার। 1800 সালে তাঁর জন্ম। চরম দারিদ্র্য, লাঞ্ছনা ও অবহেলার মধ্যে তাঁর সমস্ত জীবন কেটেছে। এই চরম দুর্দশার মধ্যেও তিনি তাঁর জীবন উৎসর্গ করেছিলেন বিজ্ঞানের সাধনায়। তাঁর বাবার ছিল ছোট্ট একটা রাবারের কারখানা। ছোট্ট ছোট্ট পুতুল, খেলনা তৈরি করে তিনি চরম দারিদ্র্যের মধ্যে সংসার চালাতেন। তিনি এই কারখানায় 1816-1826 সাল পর্যন্ত দশ বছর কাজ করেছিলেন, তারপর স্বাধীনভাবে একটা ব্যবসায় শুরু করেন। কিন্তু এই ব্যবসায় চার বছরও টিকলো না। দেনার দায়ে স্ত্রী-পুত্র সমস্ত ছেড়ে তাঁকে কারাগারে যেতে হলো। তারপর কারাগার থেকে বেরিয়ে তিনি একান্ত মনে পথ দিয়ে হেঁটে যাচ্ছিলেন। এমন সময় তিনি লক্ষ্য করলেন একটি কারখানায় কতকগুলি রাবারের জিনিষ সাজানো রয়েছে। তিনি মনে করলেন, এর চেয়ে ভাল জিনিষ তিনি তৈরি করতে পারবেন। তিনি কারখানার মালিকের কাছে সেই মর্মে আবেদন করলেন এবং ভাল জিনিষ তৈরিও করলেন। কিন্তু এই সাফল্য ক্ষণিকের। আবার সেই তাপ-প্রবাহের ফলে সমস্ত জিনিষ ক্ষতিগ্রস্ত হলো এবং পুনরায় তাঁকে কারাবরণ করতে হলো।

কিন্তু এবারেও তিনি উত্তম হারালেন না। কারাগারের কর্তৃপক্ষের কাছে একটি আবেদন করলেন যে, তাঁকে গবেষণার জন্তে কিছু জিনিষপত্র কারাগারের ভিতর দেওয়া হোক। আবেদন মঞ্জুর হলো। তিনি কারাগারে পুরাদমে গবেষণা চালিয়ে যেতে লাগলেন এবং সেখানেই আবিষ্কৃত হলো—রাবার তৈরির নতুন একটি কৌশল। তিনি দেখলেন—রাবারের সঙ্গে ম্যাগনেসিয়াম মেশালে এর উপরিভাগের চট্‌চটে ভাব অনেকটা দূর হয়ে যায়। কারাগার থেকে ছাড়া পেয়ে তিনি নিজের বাড়ীতে বসে নতুন প্রণালীতে রাবারের জুতা, খেলনা প্রভৃতি তৈরি করতে শুরু করলেন। কিন্তু এবারও আর এক অভিযোগ এলো গ্রামবাসীদের কাছ থেকে—রাবারের গন্ধে তারা অতিষ্ঠ হয়ে উঠেছেন।

কিন্তু গুড্‌ইয়ার দমলেন না। তিনি গেলেন নিউইয়র্কে। এখান থেকে কিছুদূরে তিনি একটি কারখানা খোললেন এবং জুতা ও অস্ত্রাণ্ড জিনিষ তৈরি করে কিছু রোজকার করতে আরম্ভ করলেন। এখানে তিনি আবিষ্কার করেন, যে রাবারের সঙ্গে নাইট্রিক অ্যাসিড মেশালে বেশী উত্তাপের প্রভাবে তা চট্‌চটে হয় না। এভাবে বেশ কিছুদিন কেটে গেল। কিন্তু দুর্ভাগ্য তাঁর, আর্থিক মন্দার এবার তিনি একেবারে নিঃসম্বল হয়ে পড়লেন।

পরবর্তী সময়ে বোষ্টনে সেই একই বিপর্যস্ত অবস্থা চললো। তারপর এক দিন দেখলেন, রাবারের সঙ্গে গন্ধক মেশালে রাবার আরও বেশী উত্তাপ সহ্য করতে পারে। এরপর যত দিন যায়, তাঁর উত্তমও তত বাড়তে থাকে। তাঁর স্ত্রী এই সকল পাগলামী সহ্য করতে পারলেন না। এমন কি, তিনি ভাবলেন, তাঁর স্বামী পাগল

হয়ে গেছেন। কাজেই তাঁকে আর রবারের কাজ করতে দিলেন না। একবার এক মজার ঘটনা ঘটলো। একদিন গুড্‌ইয়ার রান্নাঘরে লুকিয়ে রাবারের সঙ্গে গন্ধক মিশিয়ে পরীক্ষা করছিলেন, হঠাৎ তাঁর স্ত্রী প্রবেশ করলেন। গুড্‌ইয়ার তাড়াতাড়ি রাবারের পিণ্ডটি উত্তনের মধ্যে ঢুকিয়ে দিলেন। স্ত্রী যখন বেরিয়ে গেলেন, তখন তিনি উত্তনের ভিতর তাকিয়ে উদ্ভাদের মত চোঁচিয়ে উঠলেন। তিনি দেখলেন অন্ধারের স্পর্শে রাবার একেবারে শক্ত হয়ে গেছে। তাপ-প্রবাহের হাত থেকে তিনি এই ভাবে গন্ধক মিশিয়ে রাবারের গলন বন্ধ করার উপায় উদ্ভাবন করেছিলেন।

এদিকে পরিবারের অবস্থা খুব খারাপ। বিক্রয় করার মত কোন জিনিষই তাঁর নেই। কিন্তু হোটেলের দেনা পরিশোধ করতে না পারায় তাঁকে কারাবরণ করতে হয়। জেল থেকে বেরিয়ে এসে দেখেন তাঁর ছোট ছেলেটি মারা গেছে।

1860 সালের 30শে জুন তিনি ছিলেন নিউইয়র্কে, খবর এল তাঁর মেয়েটি মারা গেছে। এর একদিন পরে তিনিও ইহলোক পরিত্যাগ করেন।

ভূবারকান্তি মণ্ডল

রেডিয়ামের কথা

রেডিয়াম আবিষ্কার এক বিস্ময়কর ঘটনা। অনেক হাতঘড়ি বা টেবিল ঘড়িকে রাতের অন্ধকারে জ্বলজ্বল করতে দেখা যায়। কেন জ্বলে, কি বৃত্তান্ত—এক আশ্চর্যের বিষয়। রেডিয়ামই এই অদ্ভুত ব্যাপারের উৎস। রেডিয়ামের আবিষ্কার বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে এক নতুন অধ্যায় রচনা করেছে।

রেডিয়াম একপ্রকার সাদা খনিজ পদার্থ। খাতোপযোগী লবণের মত বলা যেতে পারে। এপর্যন্ত এর সন্ধান খুব কমই পাওয়া গেছে। সমগ্র পৃথিবীতে এই পদার্থ কয়েক চামচের মত আছে। এক পাউণ্ড রেডিয়ামের মূল্য এক হাজার পাউণ্ড সোনার মূল্যের সমান। এটি যেমন মূল্যবান, তেমনি শক্তিশালী। একটু বেশী পরিমাণ খুবই বিপজ্জনক। কোন জাহ্নগার হুই-এক পাউণ্ড রেখে দিয়ে তার সংস্পর্শে গেলে মৃত্যু অবশ্যভাব্য। একে অনায়াসে নাড়াচাড়া করা যায়, কোন ব্যথা-বেদনার উদ্বেক হয় না। কিন্তু হুই-এক সপ্তাহের মধ্যেই বিচিত্র পরিবর্তন লক্ষিত হয়। শরীরের চামড়া উঠে যায়, অঙ্গ হয়ে যেতে হয় এবং খুব শীঘ্রই প্রাণ হারাতে হয়। যে সকল বিজ্ঞানীরা এই পদার্থটি নিয়ে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করেছেন—তাঁদেরই প্রভূত ক্ষতি হয়েছে।

এই মূল্যবান পদার্থটি এতই দুস্প্রাপ্য এবং শক্তিশালী যে, একমাত্র বিজ্ঞানীরাই এই পদার্থটি নিয়ে কাজ করতে পারেন।

বিজ্ঞানী বেকেরেল খনিজ পদার্থ পিচব্লেন্ড থেকে ইউরেনিয়াম নামক এক প্রকার রেডিওআক্টিভ বা তেজস্ক্রিয় পদার্থ আবিষ্কার করেন। পরে প্যারিসের অধ্যাপক পিয়েরী কুরী এবং তাঁর স্ত্রী ম্যাডাম কুরী পিচব্লেন্ড থেকে ইউরেনিয়াম অপেক্ষা হাজার গুণ শক্তিসম্পন্ন আর একপ্রকার তেজস্ক্রিয় পদার্থ আবিষ্কার করেন এবং তাঁর নাম দেন পলোনিয়াম (ম্যাডাম কুরীর দেশ পোল্যান্ডের নাম অনুসারে)। এতেও তাঁরা খেমে থাকেন নি, বহু পরিশ্রমের পর রেডিয়াম আবিষ্কার করেন। এটাই পৃথিবীর মধ্যে সর্বাপেক্ষা শক্তিশালী তেজস্ক্রিয় পদার্থ। এই আবিষ্কারের জন্তে বিজ্ঞানী বেকেরেল এবং কুরী দম্পতি 1904 সালে নোবেল পুরস্কার লাভ করেন। তাঁদের এই সম্মিলিত প্রচেষ্টা বিজ্ঞানীদের কাছে এক নতুন দ্বার খুলে দিয়েছে।

অন্ধকারে রেডিয়ামকে জ্বলন্ত আগুনের মত উজ্জ্বল দেখায়। অনন্তকাল ধরে আলো ও তাপ বিকিরণ করে এর কিছু ওজন বা অবস্থার কোন পরিবর্তন লক্ষিত হয় না। প্রত্যেক বস্তুই রেডিয়ামের সংস্পর্শে তেজস্ক্রিয় হয়ে যায়। প্রত্যেক বস্তু রেডিয়ামের সংস্পর্শে কিছু নতুন গুণের অধিকারী হয়, বিশেষতঃ অন্ধকারে যেগুলিকে উজ্জ্বল দেখায়—সেই বস্তুগুলিকে তেজস্ক্রিয় বলা যায়।

রেডিয়ামের এই বিশেষ ধর্মকে কাজে লাগিয়ে অন্ধকার যেখানে বিপদের কারণ, সে স্থানকে বিপদমুক্ত করা হয়। এক প্রকার রেডিয়াম রঙের দ্বারা ইলেকট্রিকের সুইচ বোর্ডের উপর রং করা হয়। কারণ অন্ধকারে কোন সুইচ খুঁজতে গেলে হয়তো মৃত্যু ঘটতে পারে। ঘড়ি, বিয়ের বোতল, তালার ছিদ্র এবং ছোটদের পুতুলের চোখে এর ব্যবহার উল্লেখযোগ্য। কিন্তু এসব ক্ষেত্রে বহু মূল্যবান প্রকৃত রেডিয়াম ব্যবহার করা হয় না। জিঙ্ক সালফেট নামক এক প্রকার যৌগ, যাতে খুব সামান্য রেডিয়ামের চিহ্ন মেলে, তাই ব্যবহৃত হয়। রেডিয়ামের পরমাণু প্রতি সেকেন্ডে ষাথেষ্ট রশ্মি বিচ্ছুরণ করে। চিকিৎসা ক্ষেত্রে এর প্রভাব ষাথেষ্ট। ক্যান্সার রোগ উপশমে এবং টিউমার নিরাময়ের জন্তে এর ব্যবহার উল্লেখযোগ্য।

বিজ্ঞানীদের আশা, ভবিষ্যতে রেডিয়ামকে কাজে লাগিয়ে অনেক কিছু অজানাকে জানা যাবে, এক পদার্থকে অন্য পদার্থে পরিবর্তন করা সম্ভব হবে। সেটাই খুব আশ্চর্যজনক হবে, যদি এক ধাতুকে অন্য ধাতুতে পরিবর্তিত করা যায়। আমরা এমন একদিনের অপেক্ষায় থাকবো, যেদিন এই রেডিয়ামকে কাজে লাগিয়ে সমগ্র পৃথিবীর প্রভূত কল্যাণ সাধিত হবে।

প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন 1। টোম্যাটোর উপকারিতা কি ?

দীপিকা মিত্র ও কাজল মিত্র
বীরভূম

প্রশ্ন 2। আলসার কি ?

দীপক চক্রবর্তী, হাওড়া

উঃ 1। সুস্থ বা অসুস্থ নির্বিশেষে যে কোন লোকের পক্ষে টোম্যাটো একটি উপকারী খাদ্য। টোম্যাটো বিভিন্ন প্রকার খাদ্যপ্রাণ বা ভিটামিন ও প্রোটিন-সমৃদ্ধ। টোম্যাটোতে বিশেষভাবে ভিটামিন-এ, ভিটামিন-বি ও ভিটামিন-সি-এরই আধিক্য। ভিটামিনগুলির উপস্থিতির জগু অগুষ্ঠ ধোঁগীদেহ ক্ষেত্রে, চক্ষুরোগে, চর্মরোগে, বহুমূত্র রোগে ও রিকেট প্রভৃতি রোগে টোম্যাটোর রস ও ঘূষের মত কাজ করে। অস্ত্র ও পাকস্থলীকে সুস্থ রাখবার ক্ষেত্রে যে কোন রকম খাদ্যবস্তুর তুলনায় টোম্যাটো অধিকতর কার্যকরী। উপরিউক্ত ভিটামিনগুলি ছাড়াও টোম্যাটোতে নানা প্রকার ধাতব পদার্থ, যেমন—সোডিয়াম, গন্ধক, ফ্লোরিন, লোহা ইত্যাদি বর্তমান। মানুষের শরীরে রক্ত তৈরির ব্যাপারে লোহার উপস্থিতি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। রক্ত তৈরির কাজে সাহায্য করা ছাড়াও টোম্যাটোর রস রক্ত পরিষ্কার করবার কাজেও সহায়তা করে থাকে। অতিরিক্ত ভোজনের ফলে যে বিষক্রিয়ার সৃষ্টি হয়, টোম্যাটোর রস তা নিবারণ করতে সক্ষম। টোম্যাটোতে প্রধানতঃ তিনটি অ্যাসিড পাওয়া যায়; যেমন—সাইট্রিক অ্যাসিড, ম্যালিক অ্যাসিড ও ফস্ফোরিক অ্যাসিড। এই তিনটি অ্যাসিডই আমাদের শরীরের পক্ষে অপরিহার্য।

উঃ 2। আলসার শব্দটির অর্থ হচ্ছে—ক্ষত। শরীরের কোন স্থানের ত্বক নষ্ট হয়ে গেলে সেস্থানে ক্ষতের সৃষ্টি হয়। সাধারণতঃ রোগ-জীবাণু সংক্রমণের ফলেই ক্ষতের উৎপত্তি হয়; তবে বাহ্যিক কারণে আঘাত লাগবার ফলেও ক্ষতের সৃষ্টি হতে পারে। দেহের কোন জায়গার খসনো যদি দুর্বল ও শীর্ণ হয়ে পড়ে, তখন সেই জায়গায় রক্তসঞ্চালন হ্রাস পায়। রক্তচলাচলের এই অবস্থায় রোগ-জীবাণু সংক্রামিত হলে দেহের ঐ অংশে পচনশীল ক্ষতের উদ্ভব হয়। বিভিন্নভাবে শরীরের যে কোন জায়গাতেই ক্ষতের সৃষ্টি হতে পারে। তবে পাকস্থলীর ক্ষতের সঙ্গে আমরা বেশী পরিচিত। পাকস্থলীতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও পেপসিনের পরিমাণ বেশী হলে পাকস্থলীর ভিতরের স্তর ক্ষয়ে যায়। পাকস্থলীতে মিউকাস স্তরের উপস্থিতি এদের ক্ষয়ক্রিয়াকে রোধ করে। আর কোন কারণে রোধক্ষমতা হারালেই ক্ষতের সৃষ্টি হয়। ক্ষতস্থান অনবরতই পেপসিন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সংস্পর্শ থাকায় পচনক্রিয়া ক্রমশঃই বেড়ে গিয়ে মারাত্মক অবস্থার সৃষ্টি করে। ফলে ব্যাধি দুরারোগ্য হয়ে পড়ে এবং শেষে রক্তনালী ক্ষয় পেয়ে রক্তক্ষরণ শুরু হয়। যক্ষ্মা, টাইফয়েড, আমাশয় প্রভৃতি রোগের সংক্রমণেও ক্ষতের সৃষ্টি হতে পারে।

শ্রীমন্তেন্দ্র দে*

শোক-সংবাদ

ডক্টর সহায়রাম বসু

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের প্রতিষ্ঠাকালীন সদস্য, বাংলা তথা ভারতের বিশিষ্ট উদ্ভিদ-বিজ্ঞানী ডক্টর সহায়রাম বসু দীর্ঘকাল অসুস্থতার পর গত 6ই ডিসেম্বর (1970, কলকাতার আর. জি. কর মেডিক্যাল কলেজে শেষনিঃশ্বাস ত্যাগ করেছেন। মৃত্যুকালে তাঁর বয়স 83 বছর হয়েছিল।

1888 সালের 15ই ফেব্রুয়ারী হুগলী জেলার নাগবোল গ্রামে সহায়রাম জন্মগ্রহণ করেন। তাঁর বাবা বেনীমাধব বসু বাংলা দেশের প্রাদেশিক বিচার বিভাগে চাকরি করতেন। হুগলী কলেজিয়েট স্কুল থেকে এন্ট্রাস পরীক্ষা পাস করে সহায়রাম কলকাতার প্রেসিডেন্সি কলেজে ভর্তি হন। সেখান থেকে 1907 সালে তিনি 'বি' কোর্সে স্নাতক ডিগ্রী এবং 1908 সালে এম. এ. ডিগ্রী লাভ করেন। বাবার ইচ্ছামুতরাং তিনি আইন বিষয়ে পড়া শুরু করেন এবং 1910 সালে বি. এল. পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হন। কিন্তু তাঁর আইনবৃত্তি দীর্ঘস্থায়ী হয় নি, মাত্র 6 বছর তিনি হাইকোর্টে ছিলেন। এই সময় তিনি সার আন্তোব এবং শ্রীমসবিহারী ঘোষের সংস্পর্শে আসেন। তাঁর মনে তখন বন্দ উপস্থিত হয়—আইনবিজ্ঞা, না উদ্ভিদবিজ্ঞা কোন্টিকে তিনি জীবিকা হিসাবে গ্রহণ করবেন? শেষ পর্যন্ত তিনি উদ্ভিদবিজ্ঞাতেই আত্মনিয়োগ করা স্থির করেন। 1916 সালে তিনি তৎকালীন কারমাইকেল মেডিক্যাল কলেজে (বর্তমান আর. জি. কর মেডিক্যাল কলেজ) উদ্ভিদবিজ্ঞান অধ্যাপকের পদ গ্রহণ করেন।

এই সময় কলিকাতা মেডিক্যাল কলেজের জীববিজ্ঞান অধ্যাপক একেজনাথ ঘোষের অঙ্গ-প্রেরণায় তরুণ সহায়রাম ছাত্রাক সম্বন্ধে গবেষণা

শুরু করেন। কারমাইকেল মেডিক্যাল কলেজে যোগদানের কিছুকাল পরেই তিনি গলিগোর শ্রেণীর ছাত্রাকের সম্বন্ধে গবেষণায় মনোনিবেশ করেন। প্রখ্যাত ছাত্রাক-বিশেষজ্ঞ অধ্যাপক টম পেক-এর অধীনে উদ্ভিদ শ্রেণীবদ্ধকরণ-বিজ্ঞান বিশেষ শিক্ষা গ্রহণের জন্তে তাঁকে সিংহলের সুপ্রসিদ্ধ রয়েল বটানিক গার্ডেনে পাঠানো হয়।



ডক্টর সহায়রাম বসু

সিংহল থেকে ফিরে এসে সহায়রাম ছাত্রাক বিষয়ক গবেষণায় গভীরভাবে আত্মনিয়োগ করেন এবং কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ে এই সম্পর্কে থিসিস দাখিল করেন। তাঁর গুরুত্বপূর্ণ গবেষণায়

বীকৃতিতে বিশ্ববিদ্যালয় তাঁকে উদ্ভিদ-বিজ্ঞানে ডি-এস. সি ডিগ্রীতে ভূষিত করেন।

ছত্রাক-বিজ্ঞান সম্পর্কে উচ্চতর গবেষণার জন্তে কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে রাসবিহারী ঘোষ ভ্রমণ-বৃত্তি লাভ করে তিনি এক বছরের জন্তে ইউরোপে গমন করেন। এই সময় তিনি ইউরোপের বিশিষ্ট ছত্রাক-বিজ্ঞানীদের সান্নিধ্যে আসেন এবং ব্রিটিশ মিউজিয়ামের কিউ গার্ডেন ও প্যারিসের প্রাকৃতিক ইতিহাস মিউজিয়ামের হার্বেরিয়ামে কাজ করার সুযোগ পান। ইউরোপ থেকে ফিরে এসে তিনি এক বছরকাল বনু-বিজ্ঞান মন্ডিরে আচার্য জগদীশচন্দ্রের সহযোগী হিসাবে কাজ করেন।

ভারতে ছত্রাক-বিজ্ঞানের বিভিন্ন বিষয় গবেষণার ক্ষেত্রে ডক্টর সহায়রাম বনু একটি গৌরবোজ্জ্বল নাম। ভারতে উৎপন্ন আহারোপ-যোগী ছত্রাক সম্বন্ধে তিনি ব্যাপক গবেষণা করেন। দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের সময় পেনিসিলিয়াম নোটাস্টাম নামক ছত্রাক থেকে পেনিসিলিন নামক অ্যান্টিবায়োটিক আবিষ্কারের ব্যাপারে উৎসাহিত হয়ে তিনি পলিপোরজাতীয় ছত্রাকের ভেষজমূল্য অন্বেষণে ব্যাপৃত হন এবং পলিপোরিন নামে একটি অ্যান্টিবায়োটিক আবিষ্কার করেন। পরবর্তী কালে তাঁর গবেষণার ফলে ক্যাম্পস্টেরিন নামে আর একটি অ্যান্টিবায়োটিকও আবিষ্কৃত হয়। প্রায় ৪৪ বছরব্যাপী তিনি ছত্রাক সম্পর্কে গবেষণা করেছেন এবং ১৯৬৩ সাল পর্যন্ত ইউরোপ, আমেরিকা ও এশিয়ার বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক পত্র-পত্রিকায় তাঁর ১১৭টি গবেষণা-নিবন্ধ প্রকাশিত হয়।

ছত্রাক-বিজ্ঞানে গবেষণার জন্তে ডক্টর সহায়রাম বনু স্বদেশ ও বিদেশের বহু সম্মানে ভূষিত হয়েছেন। কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয় তাঁকে তিনবার ত্রিবিধ স্মৃতি পুরস্কার এবং বাংলার

এশিয়াটিক সোসাইটি তাঁকে ক্রল স্মৃতিপদক ও বার্কলে স্মৃতিপদক প্রদান করেন। পলিপোর সংক্রান্ত গবেষণার জন্তে লণ্ডনের রয়েল সোসাইটি তাঁকে তিন বছরকাল গবেষণা-বৃত্তি দিয়েছিলেন। ১৯২৫ সালে ডক্টর বনু এডিনবরার রয়েল সোসাইটির ফেলো এবং ১৯৩০ সালে ইটালীর আন্তর্জাতিক মাইক্রোবায়োলজি সোসাইটির সম্মানিত সদস্য নির্বাচিত হন। ১৯৩৭-৩৮ সালে তিনি ভারতের বটানিক্যাল সোসাইটির সভাপতির পদে অধিষ্ঠিত ছিলেন। ছত্রাক-বিজ্ঞান সংক্রান্ত আন্তর্জাতিক সম্মিলনে যোগদানের জন্তে তিনি একাধিকবার ইউরোপ ও আমেরিকার বান এবং বিভিন্ন গবেষণাগার পরিদর্শন করেন। ১৯৫০ সালে স্টকহোমে অনুষ্ঠিত আন্তর্জাতিক উদ্ভিদ-বিজ্ঞান কংগ্রেসে তিনি ছত্রাক-বিজ্ঞান শাখার সহ-সভাপতি নির্বাচিত হন। ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের উদ্ভিদ-বিজ্ঞান শাখার তিনি সভাপতিত্ব করেছেন। ১৯৫৭ সালে করাচী শিক্ষা দপ্তরের আমন্ত্রণে তিনি জাতীয় বিজ্ঞান গবেষণা সংস্থার (C. N. R. S) গবেষণার অধ্যক্ষরূপে কাজ করেন। ১৯৬০ সালে তিনি কলকাতার স্কুল অফ ট্রপিক্যাল মেডিসিন-এ ভেষজ ছত্রাকবিজ্ঞান অধ্যাপকরূপে কাজ করেন। ১৯৬৩ সালে তিনি আর. জি. কর মেডিক্যাল কলেজের এমেরিটাস অধ্যাপক-পদে বৃত্ত হন। তিনি ভারতের জ্ঞানভানু ইনস্টিটিউট অব সায়েন্স-এর (বর্তমানে জ্ঞানভানু সায়েন্স অ্যাকাডেমি) ফেলো ছিলেন।

মানুষ হিসাবে ডক্টর সহায়রাম বনু ছিলেন নিরহঙ্কার, অমায়িক ও আত্ম-উদাসীন এবং আধ্যাত্মিকতাবাদী। তাঁর সংস্পর্শে এসে আমরা তাঁর খ্রীতিপূর্ণ মধুর ব্যবহারে মুগ্ধ হয়েছি। তাঁর লোকাভরিত আত্মার স্মৃতির প্রতি আমাদের অন্তরের প্রজ্জ্বা নিবেদন করি।

বিবিধ

ডক্টর মৃত্যুঞ্জয়প্রসাদ গুহের শিশু-সাহিত্যে রাষ্ট্রীয় পুরস্কার লাভ

বাংলা ভাষার শিশু সাহিত্যে বিশেষ অবদানের
জন্তে 1970 সালে রাষ্ট্রীয় পুরস্কার পেয়েছেন
ডক্টর মৃত্যুঞ্জয়প্রসাদ গুহ, তাঁর 'চল বাই চাঁদের
দেশে' নামক বিজ্ঞানভিত্তিক গ্রন্থের জন্তে।
পুরস্কারের আর্থিক মূল্য এক হাজার টাকা।

মহাকাশে যে দিন স্পুটনিক বা নকল চাঁদ
স্থাপিত হয়েছিল, সেই দিন থেকে স্রুজ করে
মহাকাশ-বিজ্ঞান কিতাবে ধাপে ধাপে গড়ে উঠেছে
এবং শেষ পর্যন্ত মানুষ কিতাবে চাঁদের মাটিতে
পা ধেলে আবার পৃথিবীতে ফিরে আসতে

সক্ষম হয়েছে, তারই এক সম্পূর্ণ, সচিত্র, তথ্যবহুল
কাহিনী দেওয়া হয়েছে এই গ্রন্থে।

এই প্রসঙ্গে উল্লেখযোগ্য যে, ডক্টর গুহের
বিজ্ঞানভিত্তিক গ্রন্থ 'আকাশ ও পৃথিবী' 1964
সালে রবীন্দ্র পুরস্কারে সম্মানিত হয় এবং 'বিজ্ঞানের
বিচিত্র বার্তা' নামক অপর একটি গ্রন্থ 1969 সালে
ইউনেস্কো পুরস্কারে সম্মানিত হয়।

ডক্টর গুহ বর্তমানে আর. জি. কর মেডিক্যাল
কলেজের রসায়ন বিভাগের বিভাগীয় প্রধানের
পদে অধিষ্ঠিত। তিনি বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের
একজন সভ্য এবং প্রায়ই 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান'
পত্রিকায় লিখে থাকেন।

বিজ্ঞপ্তি

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ কর্তৃক প্রকাশিত বাবতীর পুস্তক এখন হইতে কেবল মেসার্স ওরিয়েন্ট
লন্ডন অ্যাণ্ড কোং হইতে (17, চিত্তরঞ্জন অ্যাভিনিউ, কলিকাতা-13) বিক্রয় করা হইবে।
সদস্যগণ বাদে বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ কার্যালয় হইতে এখন আর কারো নিকট কোন পুস্তক বিক্রয়
করা হইবে না।

সম্পাদক—ত্ৰিগোপালচন্দ্র ভট্টাচার্য

ঐতিহাসিক ভট্টাচার্য কর্তৃক পি-23, রাজা রাজকৃষ্ণ স্ট্রিট, কলিকাতা-6 হইতে প্রকাশিত এবং গুপ্তপ্রেশ
37/7 বেনিরাটোলা লেন, কলিকাতা হইতে প্রকাশক কর্তৃক মুদ্রিত

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

চতুর্বিংশ বর্ষ

ফেব্রুয়ারী, ১৯৭১

দ্বিতীয় সংখ্যা

স্বপ্নের স্নায়ু-রাসায়নিক ভিত্তি

সুভাষচন্দ্র বসাক ও জগৎজীবন ঘোষ *

স্বপ্ন আমাদের জীবনের একটা প্রাত্যহিক ঘটনা। প্রাচীন কালেও স্বপ্নের উপর বিশেষ গুরুত্ব দেওয়া হতো। গ্রীক দার্শনিক অ্যারিস্টটলের মতে, স্বপ্ন হলো ঘুমন্ত প্রাণীর মানসিক সক্রিয়তার অবস্থা। স্বপ্নের সঙ্গে জাগ্রতাবস্থার যেমন অনেক মিল আছে, তেমনই অনেক পার্থক্যও আছে। স্বপ্নকালীন ঘটনার অধিকাংশই কোন দৃশ্যমান বস্তুর রূপ নেয়, কিন্তু শুধুমাত্র অহুত্বের স্তরেও স্বপ্নের ঘটনা বিরল নয়। স্বপ্নের বর্ণনা দিতে গিয়ে অনেকে বলেছেন—“I can draw it but I do not know how to put it into words.” অপরিচিত লোকের মত কোন কোন স্বপ্ন জীবনে একবার মাত্র আসে, আবার একই স্বপ্ন বার বার দেখবার ঘটনাও খুব বিরল নয়। স্বপ্ন সম্পর্কে

গবেষণার সবচেয়ে অসুবিধা এই যে, স্বপ্নের সমস্ত ঘটনা আমাদের মনে থাকে না, বা মনে থাকে, তা স্বপ্নের একটা সামান্য অংশ মাত্র।

আগে অনেকেরই ধারণা ছিল স্বপ্ন একটা মানসিক ঘটনা মাত্র, এর কোন জৈবিক দিক নেই। কিন্তু গত দশকের গবেষণা এই ধারণাকে একেবারেই মুছে ফেলেছে। স্বপ্ন সম্পর্কে অনেক তথ্য আজ আমাদের জানা আছে। কিন্তু স্বপ্ন মন বা শরীরের কি বিশেষ ক্রিয়ার জন্তে দায়ী, তা আজও অজানাই রয়ে গেছে।

স্বপ্ন ও নিজের সম্পর্ক—স্বপ্নের সব ঘটনাকে ব্যাখ্যা করতে পারে এমন কোন সংজ্ঞা জানা নেই। যদি বলা হয়, পরিবেশের উত্তেজনার ঘুমন্ত প্রাণীর

* প্রাণ-রাসায়ন বিভাগ, কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়

যে মানসিক সংবেদন হয়—তাই স্বপ্ন, তবে স্বপ্নের জৈবিক (Somatic) দিকটা একেবারেই বাদ পড়ে যায়। আবার প্রাণীদেহের স্বপ্নকালীন রাসায়নিক পরিবর্তনের মধ্যে এমন কোন বিশেষত্ব নেই, যা শুধুমাত্র স্বপ্নেই হয়, অল্প কোন ক্ষেত্রে হয় না। তবে প্রতি ক্ষেত্রেই স্বপ্নের সময় আমরা কতকগুলি অলীক ঘটনা দেখি—বিজ্ঞানের ভাষায় যাকে বলে হ্যালুসিনেশন (Hallucination)।

পরীক্ষার দ্বারা প্রমাণিত হয়েছে যে, যুমস্ত মস্তিষ্ক পর পর দুটি অবস্থার মধ্য দিয়ে যায়। প্রথমটি হলো ধীর-তরঙ্গ নিদ্রা, ইলেক্ট্রোএনসেফালোগ্রাম বা ই.ই.জি.তে ধীর-তরঙ্গ এবং মানসিক শূন্যতা এই নিদ্রার বৈশিষ্ট্য। কিছুক্ষণ ধীর-তরঙ্গ নিদ্রা চলবার পর দ্রুত চক্ৰ-স্পন্দন নিদ্রার আবির্ভাব হয়। এই সময় শারীরিক ও মানসিক ক্রিয়া জাগ্রতাবস্থার তুলনায় দ্রুততর হয়। ই.ই.জি.তে এক প্রকার দ্রুত তরঙ্গ এবং চোখের এক বিশেষ ধরণের দ্রুত স্পন্দন এই নিদ্রার বৈশিষ্ট্য; যদিও এই অবস্থার মন খুবই সক্রিয় থাকে, তবু বহিঃপ্রকৃতির সঙ্গে প্রাণীর কোন যোগাযোগ থাকে না; কারণ নিদ্রার এই অবস্থা থেকে জাগ্রাবার জন্যে ন্যূনতম উত্তেজনার মান ধীর-তরঙ্গ নিদ্রার চেয়ে সব সময়েই বেশী। দ্রুত চক্ৰ-স্পন্দন নিদ্রা থেকে জাগ্রাবার পর সকলেই স্বপ্ন দেখার কথা বলেছেন। তাই বলা যেতে পারে, দ্রুত চক্ৰ-স্পন্দন নিদ্রার সময় যে হ্যালুসিনেশন হয়, সেটাই হলো স্বপ্ন।

স্বপ্নকালীন শারীরিক ও মানসিক পরিবর্তন—স্বপ্নের সময় আমাদের দেহ বিশেষ ভঙ্গীতে থাকে, বা জাগ্রতাবস্থা বা ধীর-তরঙ্গ নিদ্রার অবস্থা থেকে সম্পূর্ণ পৃথক। স্বপ্নের সময় চোখ নড়া একটা স্বাভাবিক ঘটনা। স্বপ্নের দৃষ্টাবলী বত উত্তেজনা পূর্ণ হয়, চোখ নড়বার গতি তত বেশী হয়। চোখ বন্ধন লড়ে না, তখন স্বপ্নের দৃষ্ট ছিন্ন থাকে অথবা দৃষ্টের পটপরিবর্তন হয়। স্বপ্নে বন্ধন কথা বলা বা হাসির ঘটনা থাকে, তখন শ্বাসকার্যের কষ্ট হয়।

স্বপ্নের সময় মস্তিষ্কে রক্তের প্রবাহ ও মস্তিষ্কের তাপমাত্রা বেড়ে যায়। এছাড়া অ্যাক্সিজেন গ্রহণ থেকে কটিকরেড জাতীয় হরমোনের নিঃসরণ বেড়ে যায়। বিশেষভাবে লক্ষ্য করবার বিষয় এই যে, স্বপ্নের যে অংশে শারীরিক পরিবর্তন দেখা যায়, সেই অংশের দৃষ্টাবলী সবচেয়ে বেশী স্পষ্ট হয়। সুতরাং দেখা যাচ্ছে, স্বপ্নের ক্ষেত্রে শরীর ও মনের মধ্যে একটা জৈবিক যোগসূত্র রয়েছে; অর্থাৎ মানসিক ভ্রান্তির ফল হিসাবে স্বপ্নের সৃষ্টি নয় বরং স্বপ্ন অত্যন্ত সক্রিয়, জটিল ও চন্দ্রবৎ আয়ু-রাসায়নিক ক্রিয়ার বহিঃপ্রকাশ, জাগ্রতাবস্থা বা নিদ্রার মতই একটা সম্পূর্ণ পৃথক জৈবিক ঘটনা।

স্বপ্নকালীন হ্যালুসিনেশনের সময় আমাদের মানসিক অঙ্গভূতির সমস্ত স্তরেই ভ্রান্তির আবির্ভাব হয়, কিন্তু স্বপ্নের চরম উত্তেজনাপূর্ণ মুহূর্তেও বহিরাগত কোন উত্তেজনার উপস্থিতির প্রমাণ পাওয়া যায় না। সুতরাং ধরে নেওয়া যায়, স্বপ্নের জন্মে প্রয়োজনীয় উত্তেজনার সৃষ্টি মস্তিষ্কেই হয় এবং স্বপ্নের সময় মস্তিষ্ক নিজেকে নিজেই ব্যস্ত থাকে, বাইরের উত্তেজনায় সাড়া দেবার কোন অবসর থাকে না। অল্প হবার আগে বা পরে স্বপ্নের দৃষ্টের কোন উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন ঘটে না। যেহেতু স্বপ্নের হ্যালুসিনেশনের জন্মে বাইরের কোন উত্তেজনা দায়ী নয়, সেহেতু বিজ্ঞানী ডিমেন্ট মনে করেন, স্বপ্নকালীন হ্যালুসিনেশনই প্রকৃত হ্যালুসিনেশন।

স্বপ্নের নিয়ন্ত্রক কেন্দ্র—আগে ধারণা ছিল নিদ্রা ও স্বপ্ন একই জটিল আয়ু-রাসায়নিক প্রক্রিয়ার রূপভেদ মাত্র এবং কেন্দ্রীয় আয়ুগলীর একই কেন্দ্রের দ্বারা এই ক্রিয়াগুলি নিয়ন্ত্রিত হয়। কিন্তু সাম্প্রতিক কালে একাধিক পরীক্ষা এই ধারণার বিলুপ্তি ঘটিয়েছে। দেখা গেছে মস্তিষ্কের Nucleus cocculens-কে কতিপয় করলে স্বপ্ন একেবারে বন্ধ হয়ে যায়, কিন্তু ধীর-তরঙ্গ নিদ্রার

এমন কোন ক্ষতি হয় না। অল্প দিকে Raphe system-এর কার্যক্ষমতা নষ্ট করে দিলে ঘীর-তরঙ্গের নিদ্রা খুবই ক্ষতিগ্রস্ত হয়, কিন্তু অপ্নের পরিমাণে বিশেষ কোন হ্রাসের হয় না। তাই বলা যেতে পারে যে, অপ্ন ও ঘীর তরঙ্গের নিদ্রা সম্পূর্ণ পৃথক স্নায়ু-রাসায়নিক প্রক্রিয়া এবং মস্তিষ্কের বিভিন্ন কেন্দ্রের দ্বারা তা নিয়ন্ত্রিত হয়।

নবজাতকের অপ্ন—দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রা-কালীন হালুসিনেশনকে যদি অপ্ন বলা হয়, তবে প্রায় উঠতে পারে, শিশুর আদৌ অপ্ন দেখে কিনা। যদি অপ্ন বলতে আমরা স্পষ্ট হালুসিনেশন বুঝি, তবে শিশুর নিশ্চয়ই অপ্ন দেখে না। জন্মান্তর ব্যক্তিরও দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রা হয়। এ ক্ষেত্রে নিশ্চয়ই কোন বিশেষ ধরণের দৃষ্টের সঙ্গে এই নিদ্রার যোগাযোগ থাকে না। গুরুমস্তিষ্কের আন্তরণ (Cerebral cortex) সম্পূর্ণ ক্ষতিগ্রস্ত করা হয়েছে, এমন প্রাণীরও দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রা হয়। তাই এই ক্ষেত্রে দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রা ও হালুসিনেশনকে অবিচ্ছেদ্য মনে করবার কোন সঙ্গত কারণ নেই। তাছাড়া জন্মের পূর্বেও এই দুই ঘটনার মধ্যে সংযোগ ঘটা সম্ভব এবং সেই ক্ষেত্রে জন্মের পূর্বেই দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রার সময় অপরিচ্ছিন্ন হালুসিনেশন হতে পারে। কিন্তু এই ক্ষেত্রে হালুসিনেশনের স্বরূপ কি, তা বলা কঠিন। এই ধারণা সঠিক হলে অপ্নের মানসিক দিকের চেয়েও শারীরিক দিকটাই বেশী উল্লেখযোগ্য বলে মনে হয়।

দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রা বা অপ্নকালীন নিদ্রার কার্যকারিতা—ক্রমবিবর্তনের বিভিন্ন স্তরের প্রাণীদের উপর পরীক্ষা চালিয়ে দেখা গেছে যে, মস্তিষ্কের উন্নতির সঙ্গে তাল মিলিয়ে এই নিদ্রার পরিমাণও বেড়ে যায়। পাখীর ক্ষেত্রে এই নিদ্রার পরিমাণ মোট নিদ্রার ০.৩% এবং নবজাত শিশুর ক্ষেত্রে ৫০% বা তারও বেশী। তাই মনে হয়,

উন্নততর প্রাণীর মস্তিষ্কের কোন বিশেষ প্রয়োজনেই এই নিদ্রার আবির্ভাব হয়েছে।

মাঝবের ক্ষেত্রে বতদিন মস্তিষ্ক অপরিণত থাকে, ততদিন এই নিদ্রার পরিমাণ থাকে বেশী এবং মস্তিষ্কের পরিণতি প্রাপ্তির সঙ্গে এই নিদ্রার পরিমাণও কমে যায়। নবজাত শিশুর ক্ষেত্রে এই নিদ্রার পরিমাণ মোট নিদ্রার ৫০ শতাংশ, ৫ বছর বয়স্ক শিশুর ক্ষেত্রে ২০%, অপরিণত মস্তিষ্কসম্পন্ন শিশুদের ক্ষেত্রে এই নিদ্রার পরিমাণ থেকে মনে হয়, জগাবস্থায় ৩০ সপ্তাহ বা তার আগে এই নিদ্রার পরিমাণ হবে ১০০ শতাংশ। জগাবস্থায় প্রাণীর সঙ্গে পরিবেশের সরাসরি কোন যোগাযোগ থাকে না। কিন্তু দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রার সময় মস্তিষ্কের কার্যকারিতা অবিচ্ছিন্নরূপে বেড়ে যায়। অনেকের ধারণা, উন্নততর প্রাণীর ক্ষেত্রে মস্তিষ্কের পরিণত অবস্থা প্রাপ্তির জন্তে উত্তেজনার প্রয়োজন এবং জগাবস্থায় শুধুমাত্র দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রাই এই আত্যন্তরীণ উত্তেজনার কাজ করে। জন্মের পরে বতই শিশু বাইরের উত্তেজনার সাড়া দিতে শেখে, ততই উত্তেজনার প্রয়োজন কমে যায় এবং সঙ্গে সঙ্গে দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রার পরিমাণও হ্রাস পায়।

বিশেষ প্রক্রিয়ার সাহায্যে শুধুমাত্র দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রা বন্ধ করলে প্রাণীর মানসিক ও শারীরিক পরিবর্তন লক্ষ্য করা যায়। বিড়ালের ক্ষেত্রে পরীক্ষা চালিয়ে দেখা গেছে যে, দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রা পর পর কয়েক দিন বন্ধ করবার কালে অতি-বৌনতা (Hypersexuality) এবং বাহ্যিক আচরণে মানসিক অস্থিরতার প্রমাণ পাওয়া যায়। তাই দেখা যাচ্ছে, শুধুমাত্র মস্তিষ্কের পূর্ণতাপ্রাপ্তির জন্তেই নয়, পরিণত মস্তিষ্কের স্বাভাবিক ক্রিয়ার জন্তেও দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রার প্রয়োজন।

অপ্নের সঙ্গে শব্দ্যাসিক্তকরণ ও নিদ্রা-ক্রমণের সম্পর্ক—শব্দ্যাসিক্তকরণ অত্যন্ত প্রাচীন মানসিক রোগ। ঠৈশব ও কৈশোরে এর প্রাবল্য

থাকে অস্বাভাবিক। এই ক্ষেত্রে রোগী নিজেকে থেকে জেগে উঠে শব্দায় নিজেকে নিজ অবস্থার দেখে। নিজিত রোগীকে লক্ষ্য করলে দেখা যায়, নিজা কিছুকণ চলাবার পর হঠাৎ অঙ্গ-প্রত্যঙ্গের নড়াচড়া বেড়ে গেছে। এরপর অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ একেবারে স্থির হয়ে যায় এবং এই স্থির অবস্থার সময়ই শব্দায় নিজ হয়ে থাকে। এই অবস্থা থেকে জেগে ওঠবার পর মানসিক অস্পষ্টতা লক্ষ্য করা যায়, কিন্তু কোন ক্ষেত্রেই স্বপ্ন দেখবার কোন উল্লেখ পাওয়া যায় না।

নিজা-ভ্রমণও একটা পুরনো মানসিক রোগ। কিছুকণ নিজার পর রোগী হঠাৎ বিছানার উঠে বসে, এলোমেলোভাবে চলাকোরা করতে থাকে, চোখ খোলা থাকে, কিন্তু পরিবেশের সঙ্গে প্রাণীর কোন যোগাযোগ থাকে না। সেজগীয়ারের ম্যাকবেথে নিজা-ভ্রমণের একটা সুন্দর বর্ণনা আছে—

'Doctor of physic: 'You see her eyes are open.'

'Lady in waiting: 'Ay, but their sense are shut.'

কিন্তু খুব তাড়াতাড়িই রোগীর চলাকোরা বেশ নিরমিত হয়ে পড়ে এবং রোগী নানা প্রকার ছর্ব্বোধ্য কথা বলতে থাকে। এই অবস্থাতেই রোগী জাগ্রতাবস্থার মত কোন একটা কাজ করে বিছানার কিরে আসে। কিন্তু যুম তান্ন-বার পর স্বপ্ন দেখবার বা নিজা-ভ্রমণের কার্যাবলীর কোন কথাই শ্রবণ করতে পারে না। সাম্প্রতিক এক সমীক্ষার দেখা গেছে, একমাত্র মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রেই নিজা-ভ্রমণকারীর সংখ্যা 40 লক্ষ।

আগে শব্দায়িককরণ বা নিজা-ভ্রমণকে স্বপ্নের সঙ্গে অবিচ্ছেদ্য বলে মনে করা হতো। কিন্তু বক্তাদের অবিরাম ই. ই. জি. নিতে গিয়ে দেখা গেছে যে, কোন ক্ষেত্রেই শব্দায়িককরণ বা নিজা-ভ্রমণের সময় ক্রত চক্ষু-স্পন্দন নিজা

হয় না। সুতরাং মনে হয়, স্বপ্নের সঙ্গে উপরি-উক্ত ঘটনাগুলির কোন সম্পর্ক নেই। বীর-তরঙ্গ নিজা থেকে জাগ্রতাবস্থার আসবার সময় এই দুই অবস্থার সন্ধিক্ষণে নিজা-ভ্রমণ ও শব্দায়-সিক্তকরণের লক্ষণগুলি প্রকাশ পায়। তাই অনেক বিজ্ঞানী মনে করেন, বীর-তরঙ্গ নিজা থেকে অস্বাভাবিক জাগরণের জন্তে কোন বিশেষ স্নায়ু-রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে এই সব মানসিক ব্যাধির লক্ষণ প্রকাশ পায়, কিন্তু আজ পর্যন্ত এমন কোন স্নায়ু-রাসায়নিক ক্রিয়া আবিষ্কৃত হয়নি।

নিজাকালীন বিভীষিকা কি চরম দুঃস্বপ্ন?—

নিজাকালীন বিভীষিকা আজকের সমাজ ও চিকিৎসা-বিজ্ঞানের অন্ততম সমস্যা। দাঁতের লেখাতেও নিজাকালীন বিভীষিকার উল্লেখ আছে। তাই মনে হয়, তৎকালীন সমাজেও এই মানসিক ব্যাধির বখেটে প্রাবল্য ছিল। নিজাকালীন বিভীষিকার বীভৎসতা যে কোন বাস্তব জয়ের ঘটনাকে অতি সহজেই হার মানায়। এই সময় হৃৎপিণ্ডের স্পন্দন অবিখ্যাতভাবে বেড়ে যায়, শরীর অস্বাভাবিকভাবে ঘামতে থাকে, চরম মানসিক অঠৈর্হের সঙ্গে শরীরও কিছুকণের জন্তে আয়ত্তের বাইরে চলে যায়। নিজাকালীন বিভীষিকা শেষ হবার পরেও এর রেশ থাকে, স্বাভাবিক মানসিক অবস্থা কিরে আসতে বেশ কিছুকণ সময় লাগে। সাধারণতঃ শিশুদের নিজাকালীন বিভীষিকার সংখ্যা বেশী হয়। প্রাপ্তবয়স্ক লোকের ক্ষেত্রে নিজাকালীন বিভীষিকা একটা বিরল ঘটনা হলেও কোন কোন লোকের ক্ষেত্রে সপ্তাহে কয়েক বার এমন কি, এক রাতে তিন-চার বার নিজাকালীন বিভীষিকা হতে দেখা গেছে। একটা নিজাকালীন বিভীষিকার উদাহরণ দেওয়া যাক।

গভীর রাত। নিউইয়র্কের বাউন্ট সিটাই হাসপিটালের ছোট একটি ঘরে এক তরুণিলা খুঁসছেন। তার মাথার লাগামো ই. ই. জি.

ঘরের তার পাশের ঘরে গিয়ে যেখানে শেষ হয়েছে, সেখানে টেপ-রেকর্ডার ও মাইক্রোকোন নিয়ে বসে আছেন একজন গবেষক। তদ্র-মহিলার শরীরের সামান্যতম পরিবর্তনও যন্ত্রে ধরা পড়ছে। তিনি শান্তভাবে ঘুমাচ্ছেন, হৃৎপিণ্ডের স্পন্দন ৬০। ই. ই. জি-তে অপ্নের কোন আভাস নেই। এমন সময় হঠাৎ পাশের ঘর থেকে একটা যুদ্ধ গোঙানী শোনা গেল। পরক্ষণেই মাইক্রোকোনে তেলে এল পর পর কয়েকটি বীভৎস চীৎকার। এই চীৎকার যে কোন সাধারণ চীৎকারের তুলনায় অনেক বেশী ভয়াল, অমাহুতিক ও স্থায়ী—নিদ্রাকালীন বিভীষিকার আসল চীৎকার। ইতিমধ্যে হৃৎপিণ্ডের স্পন্দন বেড়ে গিয়ে দাঁড়িয়েছে ১৫২-তে। দেখা গেল, তিনি বিছানার উপর উঠে বসে তীব্রভাবে কাঁপছেন, সমস্ত শরীর ঘামে ভিজে গেছে। একটু শান্ত হবার পর জিজ্ঞাসা করা হলে ঘটনার যেটুকু তিনি মনে করতে পারলেন, তা হলো—রাশি-রাশি বই নিজের শক্তিতে তার দিকে ছুটে আসছিল আর তিনি অসহায়ভাবে সেই বইয়ের জুপের মধ্যে ডুবে বাচ্ছিলেন।

এই হলো সত্যাকারের নিদ্রাকালীন বিভীষিকা। মনোবিজ্ঞানী জন ম্যাকের মতে—“Absolutely the most terrifying psychic experience known to man—young or old, ancient or modern, savage or civilized beings.”

প্রাচীন যাজ্ঞবল্ক্যের ধারণা ছিল যে, নিশাচর কোন দানব নিদ্রাকালীন বিভীষিকার জন্তে দায়ী। এই দানব এসে যুগন্ত লোকের বুকের উপর চেপে বসবার কালেই নিদ্রাকালীন বিভীষিকার হাওয়া লেগে যায়।

মনোবিজ্ঞানী ক্রয়েড এই অলৌকিক দানবকে সরিয়ে তার জায়গায় আরও ভয়ঙ্কর বাস্তবকে নিয়ে এলেন। তিনি বললেন—আমাদের প্রত্যেকের মধ্যে রয়েছে আদিম প্রবৃত্তি বা Libido’। বিবেক বা

সামাজিক অহুশাসনের চাপে এই লিবিডোর অনেকখানি চাপা পড়ে থাকে। মনের চেতন স্তরে স্থান না পেয়ে লিবিডো বাসা বাঁধে অবচেতন স্তরে। নিদ্রার সময় মনের উপর বিবেক বা সামাজিক অহুশাসনের কোন প্রভাব থাকে না এবং অবদমিত লিবিডো মনের চেতন স্তরে উঠে এসে মন ও শরীরকে এক প্রচণ্ড ঝাঁকুনি দেয় এবং এটাই হলো নিদ্রাকালীন বিভীষিকার কারণ। কোন কোন স্নায়ুরোগগ্রস্ত লোকের ক্ষেত্রে নিদ্রাকালীন বিভীষিকার সঙ্গে যুদ্ধক্ষেত্র বা জীবনের বিশেষ বিশেষ ঘটনার সংযোগ লক্ষ্য করা গেছে। তাই ক্রয়েডের মতে, নিদ্রাকালীন বিভীষিকা একটা চরম দুঃস্বপ্ন।

নিদ্রাকালীন বিভীষিকা যদি স্বপ্ন হয়, তবে দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রার সঙ্গে এর একটা অবিচ্ছেদ্য সম্পর্ক থাকবার কথা। কিন্তু নিদ্রাকালীন বিভীষিকার সময় বিষয়করতাবে ই. ই. জি-তে দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রার কোন আভাসই পাওয়া যায় না। সবচেয়ে আশ্চর্যের কথা এই যে, নিদ্রাকালীন বিভীষিকার সময় ই. ই. জি-তে সাধারণ নিদ্রারও কোন সঙ্কেত পাওয়া যায় না, বরং বাহ্যিক আচরণ ও ই. ই. জি-তে নিদ্রা ও জাগরণের মাঝামাঝি একটা অবস্থা ধরা পড়ে। তাই Roger. J. Broughton মনে করেন, নিদ্রাকালীন বিভীষিকা ঘটে অসংলগ্ন জাগ্রতাবস্থার এবং এর কারণ হলো নিদ্রা থেকে অস্বাভাবিক জাগরণ। নিদ্রাকালীন বিভীষিকার মূল প্রক্রিয়ার আরম্ভ স্বাভাবিক নিদ্রার সময়, কিন্তু নিদ্রাকালীন বিভীষিকা প্রতি ক্ষেত্রেই ঘটে নিদ্রা-জাগরণের মাঝামাঝি একটা সময়ে। কিছুকণ হালুসিনেশন চলবার পর বাইরের পরিবেশের সঙ্গে আবার প্রাণীর বোগাযোগ স্থাপিত হয় এবং স্বাভাবিক মানসিক অবস্থা ক্রি়ে আসে। স্বাভাবিক নিদ্রা থেকে ‘Buzzer’-এর সাহায্যে জাগিয়ে বিজ্ঞানী কিশোর কুজির নিদ্রাকালীন বিভীষিকা সৃষ্টি

করতে সক্ষম হয়েছেন। তাই মনে হয়, নিদ্রা কালীন বিভীষিকার কারণ নিদ্রা থেকে অস্বাভাবিক জাগরণ, স্বপ্নের সঙ্গে এর কোন সম্পর্ক নেই।

স্বপ্নের রাসায়নিক কারণ—বিড়ালকে Reserpine ইনজেকশন দিলে কিছুক্ষণের জন্তে নিদ্রা বন্ধ হয়ে যায়। এই অবস্থায় Dopa ইনজেকশন দিলে দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রা করে আসে। Dopa মস্তিষ্কে গিয়ে Dopamine তৈরি করে। তাই বলা যেতে পারে Dopamine দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রা, তথা স্বপ্নের জন্তে দায়ী। অপর পক্ষে 5-hydroxy tryptophan ইজেকশন দিলে মস্তিষ্কে গিয়ে Serotonin তৈরি করে এবং ধীরে তরঙ্গ-নিদ্রা আসে। তাই বলা যায় Serotonin ধীরে তরঙ্গ-নিদ্রার কারণ।

p-Chlorophenyl alanine ইনজেকশন দিলে নিদ্রা একেবারে বন্ধ হয়ে যায়। এই ওষুধটি মস্তিষ্কের Serotonin তৈরি বন্ধ করে দেয়। এই অবস্থায় 5-hydroxytryptophan ইনজেকশন দিলে উত্তর প্রকার নিদ্রাই করে আসে। তাই মনে হয়, স্বপ্নের নিদ্রার জন্তে শুধুমাত্র Dopamine জাতীয় পদার্থই দায়ী নয়, Serotonin থেকে উদ্ভূত এক বা একাধিক রাসায়নিক পদার্থও স্বাভাবিক স্বপ্নের জন্তে প্রয়োজন।

Amphetamine ইনজেকশন দিলে প্রথম প্রথম স্বপ্ন ও দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রা ব্যাহত হয়। কিন্তু কিছুদিন ধরে ইনজেকশন দিলে আবার স্বাভাবিক অবস্থা করে আসে। এই সময় ইনজেকশন বন্ধ করলে দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রার পরিমাণ স্বাভাবিক অবস্থার তুলনায় বেড়ে যায় এবং নানা প্রকার অদ্ভুত স্বপ্ন দেখা যায়। Barbiturate জাতীয় ওষুধের বেলায়ও ঠিক একই ঘটনা ঘটে।

মনে হয় এই সব ওষুধের প্রভাবে স্নায়ুকোষের মধ্যে নতুন ধরণের প্রোটিন তৈরি হয় এবং প্রোটিনই উপরিউক্ত ক্রিয়াগুলির জন্তে দায়ী। স্ট্রেন্টো-মাইসিন কোষের প্রোটিন তৈরি বন্ধ করে দিতে পারে এবং স্ট্রেন্টোমাইসিন ইনজেকশন দিলে দ্রুত চক্ষু-স্পন্দন নিদ্রা কমে যায়।

প্রাণীকে উন্নততর পরিবেশে রাখলে শিকার পরিমাণ বেশী হয় এবং এই ক্ষেত্রে প্রাণীর মস্তিষ্কের স্নিগ্ধ ওজন সাধারণের তুলনায় বেড়ে যায়। দেখা গেছে, উন্নততর পরিবেশে প্রাণীর স্বপ্নের পরিমাণও বেড়ে যায়। আবার মানসিক দিক থেকে অল্পমত লোকদের স্বপ্নের পরিমাণ কম হয়।

তাই অনেক বিজ্ঞানী মনে করেন, মস্তিষ্ক-কোষের যে সব সংশ্লেষণী প্রক্রিয়া প্রাণীর বাহ্যিক ব্যবহারের সঙ্গে সংযুক্ত, সেই সব প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে স্বপ্নের একটা বিশেষ ভূমিকা আছে। সেই সব প্রক্রিয়াগুলি কি বা স্বপ্ন কিভাবে এই প্রক্রিয়াগুলিকে নিয়ন্ত্রণ করে, তা জানা নেই।

আগামী দিনের অল্প-স্বপ্নের রহস্য উদ্ঘাটন করা আজকের স্নায়ু-রসায়নবিদদের অন্ততম লক্ষ্য। মস্তিষ্কের পূর্ণতাপ্রাপ্তির সঙ্গে স্বপ্নের পরিমাণ ও প্রকৃতিতে কিছু কিছু পরিবর্তন হয়, এবং সে সম্পর্কে অনেক তথ্য জানা আছে। কিন্তু মস্তিষ্কের পরিণত অবস্থা প্রাপ্তি বা পরিণত মস্তিষ্কের স্বাভাবিক ক্রিয়াকলাপের সঙ্গে স্বপ্নের কি সম্পর্ক, তা জানা নেই। বিকৃত বা অপরিণত মস্তিষ্কের লোকের স্বপ্নের পরিমাণ ও প্রকৃতির সঙ্গে সাধারণ মানুষের স্বপ্নের অনেক তফাৎ। কিন্তু এরও কোন কারণ জানা নেই। সুতরাং স্বপ্নের রহস্যভেদ করা গেলে—বিভিন্ন মানসিক ব্যাবির স্বরূপ জানা এবং নিয়ন্ত্রণ করবার ব্যাপারে এক নতুন অধ্যায় রচিত হবে।

পৃথিবীর সৃষ্টি-রহস্য

দিলীপকুমার বন্দ্যোপাধ্যায়*

নিখিল বিশ্বের কথা ভাবলে বিশ্বের হতবাক হতে হয়। কি বিপুল মহাজাগতিক কর্মকাণ্ড সমাধা হচ্ছে পরম সূচাক্ষুণ্ণ শিল্পের ছন্দে। কোথাও কোন বিশৃঙ্খলা নেই—গ্রহ-নক্ষত্র সব কিছুই মহাজাগতিক নিয়মে আবর্তিত হয়ে চলেছে বিরামহীন গতিতে। সৌরজগৎ এই নিখিল বিশ্বেরই একটি ক্ষুদ্র অংশ মাত্র। স্বর্ষকে কেন্দ্র করে যে নয়টি গ্রহ আবর্তিত হচ্ছে, পৃথিবী তারই একটি।

সৌরজগৎ সম্বন্ধে প্রথম আধুনিক চিন্তাধারার সূত্রপাত হয় টাইকোব্রাহী, কেপ্লার কিংবা নিউটনের গবেষণায়। সৌরজগৎ সম্বন্ধে মানুষের জানবার উৎসাহ কিন্তু সেখানেই থেমে থাকে নি, ক্রমশঃই বৃদ্ধি পেয়েছে। সৌরজগতের অন্ততম গ্রহ পৃথিবীর জন্ম কি করে হলো, এই প্রশ্নই চিন্তিত করে তুলেছে চিরকাল বিজ্ঞানীদের। বিশেষতঃ এসম্বন্ধে মানুষের অহুসঙ্কিৎসা দুর্বীর হয়ে ওঠে অষ্টাদশ শতাব্দীর মধ্যভাগে।

অত্যন্ত কূট বৈজ্ঞানিক সমস্তার চেয়ে পৃথিবীর জন্ম-রহস্যের সমাধান অনেক বেশী জটিল ব্যাপার। কারণ এর সঙ্গে জড়িয়ে রয়েছে সৌরমণ্ডলের সৃষ্টির প্রশ্ন, বলতে গেলে বিশ্বব্রহ্মাণ্ডের জন্ম-রহস্যও এর সঙ্গে যুক্ত। শুধুমাত্র পৃথিবীর জন্ম-রহস্যের সমাধানই নয়, মহাকাশের বৃকে আঙনের ফুলঝুরি সৃষ্টি করে নিঃশেষে মিলিয়ে যায় যে সব উদ্ভাষিণী, তাদের জন্ম-সৃষ্টির সন্ধান করাও কম জটিল ব্যাপার নয়।

পৃথিবী, স্বর্ষ অথবা ছায়াপথের জন্ম-রহস্যের সমাধানে মানুষের চিন্তাজগতের সীমাবদ্ধতার সমস্তাও... বিরাট। কারণ মহাজাগতিক বস্তু-পিণ্ডের জন্মলগ্নে হয়তো এমন অদ্ভুত ক্রিয়াকাণ্ড

ঘটেছিল, যা পার্থিব মানুষের কল্পনা ও প্রত্যক্ষ জগতের বাইরে। অজ্ঞান ধূসর মরুভূমির বাসিন্দার পক্ষে নীল সমুদ্রের অতল গভীরতা সম্বন্ধে কোন ধারণা করা যেমন দুর্বল, মর্ত্যবাসী বিজ্ঞানীদের সৌরজগতের জন্মব্রহ্মাণ্ডের ইতিবৃত্ত কল্পনা করা তার চেয়েও দুঃসাধ্য। পৃথিবীর জন্মলগ্নে অতিকর্ষ ও তাপমাত্রার যে উত্থান-পতন ও কোটি কোটি বছর ধরে মহাজাগতিক শূন্যে যে বিপুল শক্তিকরণের প্রয়োজন হয়েছে, তা বিজ্ঞানীদের পুরাপুরি কল্পনা করে নিতে হয়েছে এবং সৌরজগৎ সৃষ্টির প্রকল্পগুলি বিজ্ঞানীর দার্শনিক চিন্তার কসলমাত্র, পরীক্ষিত বাস্তব সত্যের উপরে প্রতিষ্ঠিত নয়। সৌরজগৎ সৃষ্টির প্রকৃত ব্যাপারটি এতই জটিল যে, দুর্বল গাণিতিক সৃষ্টির সাহায্যেও তা প্রকাশ করা অসম্ভব ব্যাপার। এত সীমাবদ্ধতার মধ্যেও পৃথিবীর জন্মলগ্নের রহস্য সন্ধানে যুগ যুগ ধরে অদম্য উৎসাহে প্রয়াসী হয়েছেন বিজ্ঞানীরা।

পৃথিবীর উৎপত্তি সম্বন্ধে যে তত্ত্বগুলি প্রচলিত রয়েছে, তার মধ্যে প্রশিয়ান দার্শনিক ইমানুয়েল কান্টের তত্ত্বই 'সর্বপ্রথম' বলে দাবী করতে পারে। অষ্টাদশ শতাব্দীর মধ্যভাগে প্রচারিত কান্টীয় তত্ত্বের সঙ্গে আধুনিকতম তত্ত্বের আশ্চর্য মিল লক্ষ্য করে সত্য্যই বিন্মিত হতে হয়। কান্টের মতে, সৌরজগতের উৎপত্তি হয়েছে মহাশূন্যে বিচরণশীল ঘন ভাস্কঃমেঘের সন্মিলনের ফলে। সৃষ্টির প্রথম লগ্নে এই ভাস্কঃমেঘের রাশি আপন খেয়ালে দিকবিদিকে ঘুরে

বেড়াতে মহাশূন্যে। ক্রমে এই মেঘপুঞ্জ প্রাকৃতিক ঘাত-প্রতিঘাতে সংঘবদ্ধ ও একমুখী হয়ে এলো, উত্তপ্ত বজ্রলৈর আকারে মহাশূন্যের বুকে সূর্যের চার দিকে নির্দিষ্ট কক্ষে ঘুরতে শুরু করলো। এদিকে সময়ের সঙ্গে সঙ্গে মেঘপুঞ্জ তাপ বিকিরণের ফলে ক্রমে ক্রমে ঠাণ্ডা ও সঙ্কুচিত হয়ে এলো। কান্টের মতে, এর ফলে মেঘপুঞ্জের গোলকটির গতিবেগ ও কেন্দ্রাতিগ বলের পরিমাণ বৃদ্ধি পেল এবং ক্রমে নিরক্ষদেশীয় অঞ্চল থেকে গোলাকার মালার মত অনেকগুলি মণ্ডলের সৃষ্টি হলো। এই মেঘের মণ্ডলগুলি ঘনীভূত হয়ে সৃষ্টি হলো নব নব গ্রহের। গ্রহগুলি শক্ত নিরেট হবার আগে সেগুলিকে ঘিরে উপগ্রহের সৃষ্টি হয়েছে প্রায় একইভাবে। এমনভাবেই একদিন মহাশূন্যের বুকে বিচরণশীল ভাস্কঃমেঘ থেকে সৃষ্টি হলো সৌরজগতের, যদিও ভাস্কঃমেঘের উৎপত্তি বিষয়ে কান্টীয় দর্শন একেবারেই নীরব।

কিন্তু বলবিজ্ঞান সূর্য অস্থায়ী কান্টীয় তত্ত্বকে কয়েকটি গুরুতর সমস্যার সম্মুখীন হতে হয়। তত্ত্ব-সমালোচকেরা বলছেন, বাইরের কোন শক্তির সাহায্য ছাড়া কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন সম্ভব নয়। আর ভাস্কঃমেঘপুঞ্জ থেকে পরস্পর ঘাত-প্রতিঘাতের মধ্যে গ্রহমণ্ডলীর উৎপত্তির ব্যাপারে বাইরের কোন শক্তির অংশগ্রহণের কথা কান্টীয় তত্ত্বের মধ্যে চিন্তা করা হয় নি। তাছাড়া ইতস্ততঃ বিক্ষিপ্ত গতিচক্ৰল মেঘপুঞ্জের একমুখী হবার পিছনে যথেষ্ট কার্য-কারণ সম্বন্ধ দেখানো হয় নি বলে বিজ্ঞানীদের ধারণা।

কান্টীয় তত্ত্বের প্রবক্তাদের মধ্যে অল্পতম ছিলেন ফরাসী গণিতজ্ঞ মার্কুইস ডু লা প্লাস। কিন্তু তিনিও কান্টীয় তত্ত্বকে হুবহু মানতে রাজী ছিলেন না। 1796 সালে কান্টীয় তত্ত্বের সামান্য সংশোধন করে তিনি আর একটি তত্ত্ব পরিবেশন করেন। অবশ্য গণিতজ্ঞদের মূল সমালোচনাকে এড়িয়ে যাবার জন্তে তিনি কান্টীয় তত্ত্বের প্রথম

অংশটুকু বর্জন করেন। তাই মহাশূন্যে ইতস্ততঃ ভ্রাম্যমান ভাস্কঃমেঘপুঞ্জের পরিবর্তে একমুখী গতিশীল হবার কথা কল্পনা করে কৌণিক ভরবেগের সমস্তার সমাধান করতে চাইলেন তিনি। কিন্তু তবু সন্তুষ্ট করা গেল না কট্টর ভাস্কিকদের। তাঁরা বললেন, সৌরজগতের প্রধান চারটি গ্রহের মধ্যে সমস্ত সৌরজগতের শতকরা 98 ভাগ কৌণিক ভরবেগ ছড়িয়ে রয়েছে, যদিও ভরের দিক থেকে এই চারটি ভর সমস্ত সৌরজগতের শতকরা মাত্র 1.5 ভাগ। বিখ্যাত বিজ্ঞানী স্পেন্সার জোল স্বতাবতঃই কল্পনা করেছেন, সৌরজগতের উৎপত্তির মূলে কাজ করেছে দুর্জয় কোন বহিঃশক্তি।

1900 খৃষ্টাব্দে চেম্বারলেন ও মলটন আরেকটি নতুন তত্ত্বের কথা বলেন। এটি 'গ্রহাণুপুঞ্জ তত্ত্ব' নামে পরিচিত। সূর্য অতীতে সূর্যের সঙ্গে মহাকাশের বুকে ভ্রাম্যমান কোন একটি নক্ষত্রের সঙ্গে সংঘর্ষে সূর্যের অংশবিশেষ অসংখ্য গ্রহাণুপুঞ্জ পরিণত হয়েছিল। সময়ের ব্যবধানে সেই গ্রহাণুপুঞ্জ ঠাণ্ডা হয়ে জমে গিয়ে সৃষ্টি হয় সৌরজগতের গ্রহমণ্ডলীর। প্রায় দু-দশক পরে জিনস ও জেকরীস গ্রহাণুপুঞ্জ-তত্ত্বকে মোটামুটি সমর্থন করলেও সূর্যের সঙ্গে নক্ষত্রের সংঘর্ষের ব্যাপারটা মেনে নিতে পারেন নি। তাঁদের মতে, নক্ষত্রটি মহাকাশের বুকে বিচরণ করতে করতে যখন সূর্যের খুব কাছাকাছি এসে পড়েছিল, সেই অবস্থার সূর্যের দেহ থেকে অংশবিশেষ গ্যাসীয় অবস্থার ছিটকে বেরিয়ে আসে। তারপর উত্তপ্ত অবস্থাতেই সৃষ্টি হয় গ্রহমণ্ডলীর। এই ছিটাই তত্ত্বই প্রথম পর্যায়ে গৃহীত হলেও শেষ পর্যন্ত বিতর্কের সৃষ্টি করে।

বিংশ শতাব্দীর মধ্যভাগে ডক্টর ও. জে. শিথ তাঁর 'উচ্ছ্বাসতত্ত্বের' সাহায্যে সৌরজগতের উৎপত্তির বিষয় আলোচনা করেন। মহাকাশের বুকে ছড়িয়ে আছে অসংখ্য নক্ষত্রপুঞ্জ আর ছায়াপথ। এমনি এক

হারাপথ বা নক্ষত্রপুঞ্জের মাধ্যমক অতিক্রম করবার সময় সূর্য নিজের চারদিকে জড়িয়ে নেয় উচ্চ-জাতীয় পদার্থ, বা অনাদি অনন্তকাল ধরে নক্ষত্র-পুঞ্জের তিতরে ছড়িয়ে ছিল। তার পর কালক্রমে সূর্যের মাধ্যাকর্ষণের প্রভাবে ঘুরতে ঘুরতে সেই উচ্চজাতীয় পদার্থের জুগ রূপ নিয়েছে গ্রহমণ্ডলীর।

সৌরজগৎ উদ্ভবের রহস্য সমাধানে দার্শনিক কাক্টের সময় থেকে প্রচুর আলোচনা-আলোচনা, তর্ক ও বিতর্ক এবং অনেক তত্ত্ব বা প্রকল্পের উদ্ভব হয়েছে। মূল সমস্তার উপর মোটামুটিভাবে আলোকপাত হলোও কোন চরম মীমাংসা হয়েছে বলে মনে হয় না। আধুনিক বৈজ্ঞানিক গবেষণার ফলে সৌরমণ্ডলের উৎপত্তি-রহস্যের ব্যাপারে এক নতুন দৃষ্টিভঙ্গির পরিচয় পাওয়া যায়। এই দৃষ্টিভঙ্গীর প্রাচীণ প্রখ্যাত বিজ্ঞানী ফন ভাইজেকার, যদিও মূল প্রকল্পে মূল কাণ্ডের সিদ্ধান্তের প্রভাব স্পষ্ট, তথাপি এই প্রকল্পের মধ্যে যথেষ্ট মৌলিকতার পরিচয় পাওয়া যায়। এখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন, ভাইজেকারের প্রকল্প মূলত: গণিত ও পদার্থবিজ্ঞানসম্মত হাইড্রোডিনামিক্সের সাধারণ সূত্রের উপর নির্ভরশীল।

ভাইজেকারের মতে, সৃষ্টির আদিমতম কোন যুগে গ্রহ বা উপগ্রহ সৃষ্টির আগে সূর্য মহাকাশের বুকে ছড়ানো ভাস্কর্যের অপেক্ষাকৃত ভারী কোন অংশের মধ্য দিয়ে নিজের যাত্রাপথ রচনা করেছিল নিতান্তই আকস্মিকভাবে, হয়তো বা সৃষ্টির তাগিদে। এই মেঘমালায় রাসায়নিক সংযুতি সূর্যের অঙ্গরূপ ছিল বলেই ধারণা। এর প্রধান উপাদান হাইড্রোজেন ও হিলিয়াম গ্যাস। মেঘ-মণ্ডলের মধ্য দিয়ে পথ পরিক্রমার সূর্যের চারদিকে একটি আবরণের সৃষ্টি হয়, যদিও এই আবরণটি কতকগুলি অণু-পরমাণুসদৃশ ধূলিকণার সমন্বয় ছাড়া কিছুই নয়। এই ধুলির আবরণ মাধ্যাকর্ষণের টানে সূর্যের চারদিকে ধানিকটা নিরপেক্ষ কক্ষপথে আবর্তিত হতে থাকে।

এই মেঘের আবরণের আত্যন্তরীণ ঘর্ষণ ও নানারকম প্রক্রিয়ার ফলে ক্রমে আবরণটি একটি গোলাকার খালার আকারে সূর্যের চারদিকে ঘুরতে থাকে চাক্রকার কক্ষপথে। এই আদি মেঘপুঞ্জের খালাটির ব্যাস বর্তমান সৌরজগতের ব্যাসের সমান।

সৌরজগৎ সৃষ্টির আদিতে চরম বিশৃঙ্খলার যুগে মেঘপুঞ্জের খালাটি অনেকগুলি গোলাকার বলয়ে ভেঙে যায় ও সমান গতিসম্পন্ন কণিকাগুলি সমবেত হয়ে প্রতিটি বলয়ে পরিমিত আকারের পাঁচটি বলয়াকার আবর্তের সৃষ্টি হয়। টিটরাস বোডের সূত্র অনুযায়ী পর পর ছুটি কক্ষবলয়ের ব্যাসার্ধের অনুপাত সব সময় সমান হবে। তাই-জেকারের অনুমান, চক্রাকৃতি বলয়ের মধ্যে যে মাধ্যমিক আবর্ত অবস্থিত ছিল, সেগুলি ক্রমে ক্রমে পরস্পর মিলিত হয়ে গ্রহমণ্ডলীর সৃষ্টি করে; যদিও গ্রহের উৎপত্তির ব্যাপারে শেষোক্ত পদ্ধতি সম্বন্ধে ভাইজেকার নিজেও পুরাপুরি নিঃসন্দেহ হতে পারেন নি। গ্রহের সৃষ্টির সময় গ্রহের চারদিকে যে মেঘমণ্ডল তখনো ছড়িয়ে ছিল, তাথেকে প্রায় একইভাবে সৃষ্টি হয়েছে উপগ্রহের।

ভাইজেকারের এই প্রকল্পটি বিজ্ঞানীদের কাছে মোটামুটিভাবে গ্রহণীয় বলে মনে হয়েছে। যদিও বিখ্যাত বিজ্ঞানী টার হার এমন কতকগুলি তথ্য হাজির করেছেন, যা এই প্রকল্পটির সাহায্যে ব্যাখ্যা করা শক্ত। প্রথমতঃ, প্রকল্পের সিদ্ধান্ত অনুযায়ী যা হওয়া উচিত, মঙ্গলগ্রহের আসল ভর তার চেয়ে অনেক কম। দ্বিতীয়তঃ, মঙ্গল ও বুধসম্পত্তির মধ্যে অল্প কোন গ্রহের অস্তিত্ব নেই। এর ব্যাখ্যা হিসাবে অবশ্য বলা হয়েছে যে, সৌরমণ্ডলের কোন এক গভীর বিপর্যয়ের ক্ষণে মঙ্গল ও বুধসম্পত্তির মধ্যবর্তী গ্রহটি ধ্বংস হয়ে গ্রহাণুপুঞ্জের সৃষ্টি হয়েছে। তাছাড়া আবর্তগুলির আকারে সমতা রাখবার ব্যাপারটি অনেকের অবাস্তব মনে হয়েছে।

কিছুকাল পরে কুইপার (1951) সামান্য সংস্কার করে ভাইজেকার-প্রকল্প নতুনভাবে পরিবেশন করেন। তাঁর অন্তিমত, ধূলিমেঘের খালাটি ভেঙ্গে কতকগুলি বলয় আর বলয়ের মধ্যে বিভিন্ন আকারের মেঘের আবর্তের সৃষ্টি হয়েছিল, যদিও ভাইজেকার-প্রকল্পের মত আবর্তের আরতন এক বিশেষ মাপের মধ্যে আবদ্ধ থাকে নি। এই আবর্তগুলি সূর্য থেকে যে দূরত্বে রইলো, তাঁর মাপ হলো তত বড়। এই সব আবর্ত ঘুরতে ঘুরতে নিজেদের মধ্যে সংঘাতের ফলে ক্রমশঃ আকারে বৃদ্ধি পেতে লাগলো। অবশেষে শেষ পর্যায়ে প্রতিটি কক্ষপথে কেবলমাত্র একটি করেই আবর্ত অবশিষ্ট ছিল, যা থেকে সৌর-মণ্ডলীর উদ্ভব হয়েছে। এই সব মেঘের গ্রহ-গুলির আকার প্রথমদিকে এত বড় ছিল যে, সূর্যের চারদিকে আবর্তনের সময় ভিন্ন ভিন্ন কক্ষপথে থাকলেও পরস্পরের সঙ্গে প্রায়ই সংঘর্ষ ঘটতো। 'রোশ' সূর্যের উপর নির্ভর করে মেঘ-মালার সম্ভাব্য ঘনত্ব, আরতন এবং অবস্থান সম্বন্ধে নির্দেশ দিয়েছেন কুইপার। ক্রমে মেঘের আবর্তের ভিতর থেকে গ্যাস বেরিয়ে গেল, অবশিষ্ট পদার্থ থেকে জন্ম হলো গ্রহমণ্ডলীর। গ্যাস বেরিয়ে যাবার ফলে কৌণিক ভরবেগও কমে গেল বেশ খানিকটা এবং গ্রহগুলি আগের চেয়ে দ্রুতবেগে আবর্তিত হতে লাগলো। কুইপারের এই প্রকল্পে এভাবেই কৌণিক ভরবেগের হ্রাস-করের সমস্তর আংশিক সমাধান হলো। মেঘ-মালা থেকে কিতাবে গ্রহের জন্ম হলো—সে আভাসও দিয়েছেন কুইপার, যদিও এই ব্যাপারে

তিনি মূলতঃ ইউকেনের তত্ত্বের (1944) উপরই নির্ভর করেছেন। গ্রহের জন্মের প্রাথমিক পর্যায়ে আধা হিতাবস্থায় এমডেন গ্যাসবলয়ের কথা চিন্তা করেছেন ইউকেন, যদিও তখন তাপ, চাপ ও ঘনত্বের মধ্যে পারস্পরিক ঘনত্ব মোটামুটি বজায় ছিল। বলয়টি থেকে গ্যাস বেরিয়ে গেলে সবচেয়ে কম উদ্বায়ী পদার্থগুলি বলয়টির কেন্দ্রীয় অঞ্চলে জমতে শুরু করে আর এর উপরের স্তরে জমে উদ্বায়ী সিলিকেটজাতীয় পদার্থ। এমনিভাবেই পৃথিবীর সিলিকেট ম্যাটল ও লৌহ-নিকেলের অঙ্কুঃস্তল গড়ে উঠেছে বলে ধারণা করা হয়। বিখ্যাত বিজ্ঞানী ইউরি মোটামুটিভাবে কুইপারের তত্ত্ব গ্রহণযোগ্য বলে স্বীকার করেছেন, যদিও তত্ত্বটির কয়েকটি বিষয় নিয়ে বিতর্কের সৃষ্টি হতে পারে, তবু সৌরজগতের সৃষ্টি-রহস্য অল্পখানন করবার পক্ষে কুইপারের প্রকল্পটি যে সঠিক পথ নির্দেশ করবে, তাতে সন্দেহ নেই।

বিংশ শতাব্দীর এক বিস্ময়কর যুগসন্ধিক্ষণে বাস করছি আমরা। মানুষ আজ পাড়ি দিচ্ছে ভুলোক ছেড়ে ছালোকের পথে—গ্রহ থেকে গ্রহান্তরে, সৃষ্টি-রহস্যের সন্ধানে। সৌরজগতের সৃষ্টি-রহস্য আজ বিজ্ঞানের আলোর ক্রমশঃ স্পষ্টতর হয়ে আসছে। এখনো আরো অনেক কিছুই জানতে বাকী। তার জন্তে মানুষকে অতিক্রম করতে হবে জ্ঞানের পথের দুস্তর বাধা। ঐতরীয় ত্রাঙ্কণের মত বিজ্ঞানীরা বলছেন, চঠৈবেতি চঠৈবেতি—অর্থাৎ বিজ্ঞানের অজ্ঞান পথে আমাদের শুধু চলতে হবে, কোথাও থেমে থাকবার উপায় নেই।

নিউক্লিয়াসের চৌম্বক অনুনাদীয় বর্ণালী ও জৈব যৌগের কাঠামো

কালীশঙ্কর মুখোপাধ্যায়*

আধুনিক যুগে যে সব যান্ত্রিক প্রয়োগ-কৌশল রসায়ন-বিজ্ঞানীরা রাসায়নিক যৌগের, বিশেষ করে জৈব যৌগের কাঠামো নির্ণয়ে প্রায়শঃই ব্যবহার করে থাকেন, সেগুলির মধ্যে অত্যন্তম হচ্ছে নিউক্লিয়াসের চৌম্বক অনুনাদীয় বর্ণালী-বীক্ষণ পদ্ধতি (Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy)। এই পদ্ধতির মূল সূত্রটি বেশ কিছুদিন আগে আবিষ্কৃত হলেও যৌগের কাঠামো নিয়ে তার সঠিক ব্যবহার 1950 সালের আগে তেমন প্রসার লাভ করে নি। 1951 সালে ভারতীয় বিজ্ঞানী ধর্মাণ্ডি এবং পান্চাত্যের কয়েকজন বিশিষ্ট বিজ্ঞানী এই মূল সূত্রটিকে জৈব যৌগের কাঠামো নির্ণয়ে প্রথম ব্যবহার করেন। এর পর থেকেই এই পদ্ধতিটিকে বিভিন্ন যৌগের ক্ষেত্রে প্রয়োগ করে বিজ্ঞানীরা এই সিদ্ধান্তে পৌঁচেছেন যে, এই প্রয়োগ-কৌশলের সহায়তায় নিতুলভাবে জৈব যৌগের কাঠামো নির্ণয় সম্ভব, তাছাড়া ঐ সমস্ত যৌগের নানান রাসায়নিক সমস্তার সমাধানও অসম্ভব নয়।

এই পদ্ধতির মূল কথা হচ্ছে নিউক্লিয়াসের চুম্বকত্ব। আমরা জানি, পরমাণুর মধ্যে একটা নিউক্লিয়াস থাকে এবং তার চারদিকে ঘুরে বেড়ায় কতকগুলি ইলেকট্রন। নিউক্লিয়াসে থাকে প্রোটন অর্থাৎ পজিটিভ তড়িৎ-কণা এবং এই পজিটিভ তড়িৎ-কণার সঙ্গে সামঞ্জস্য রাখা করে ঘুরে বেড়ায় ইলেকট্রন বা নেগেটিভ তড়িৎ-কণা। সুতরাং আমরা দেখতে পাই, নিউক্লিয়াস প্রত্যেকভাবে তড়িৎ-শক্তির সঙ্গে জড়িত। 1927 সালে ডেনিসন দেখালেন, সকল

পরমাণুর নিউক্লিয়াস স্থিতিশীল নয়, কিছু কিছু পরমাণুর নিউক্লিয়াসের অবিরাম গতি আছে; সব সময়েই সেটা বিশেষ দিকের অভিমুখী নিজস্ব কক্ষপথে ঘুরে বেড়ায়¹। অতএব আমরা বলতে পারি ঐ সব পরমাণুর নিউক্লিয়াস হচ্ছে তড়িৎ-শক্তির সঙ্গে সংশ্লিষ্ট ঘূর্ণায়মান একটা বস্তু। সলিনয়েড-এর নীতি অনুযায়ী এও আমাদের জানা আছে যে, কোন ঘূর্ণায়মান বস্তুর মধ্যে তড়িৎ-শক্তি প্রবাহিত হলে তাতে স্থায়ী চুম্বকত্বের উদ্ভব ঘটে। সুতরাং পরমাণু গঠন-তত্ত্বের উপরিউক্ত মতবাদের ভিত্তিতে একথা সহজেই অহুমের যে, কিছু কিছু পরমাণুর নিউক্লিয়াস চুম্বকধর্মী অর্থাৎ ঐ জাতীয় নিউক্লিয়াসগুলিকে আমরা অতি ক্ষুদ্র চুম্বক হিসাবে কল্পনা করতে পারি এবং যেহেতু নিউক্লিয়াসটি ঘূর্ণায়মান, সেহেতু তার একটা চৌম্বক গতি থাকবে।

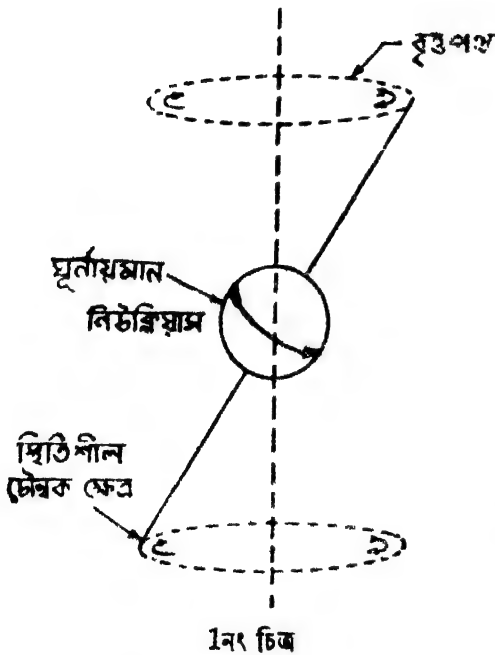
এখন ঐ জাতীয় ঘূর্ণায়মান চৌম্বক নিউক্লিয়াসকে একটা স্থিতিশীল নিরবচ্ছিন্ন চৌম্বক ক্ষেত্রে² রাখলে দেখা যাবে, সেটির গতি নিয়ন্ত্রিত হবে এবং সেটি $(2I+1)$ [I হচ্ছে ঘূর্ণন পরিমিতি

*রসায়ন বিভাগ, সরকারী কলেজ, কৃষ্ণনগর, নদীয়া

1. কোন একটা বিশেষ পরমাণুর নিউক্লিয়াসের গতি আছে কি নেই, তা সাধারণতঃ ঘূর্ণন পরিমিতি সংখ্যা (I, Spin-quantum number) দিয়ে নির্দেশ করা হয়। I-এর মান, 0, $\frac{1}{2}$, 1, $\frac{3}{2}$, হতে পারে।

2. স্থিতিশীল নিরবচ্ছিন্ন চুম্বকের শক্তি সাধারণতঃ 10,000 Gauss-এর কাছাকাছি হওয়া দরকার।

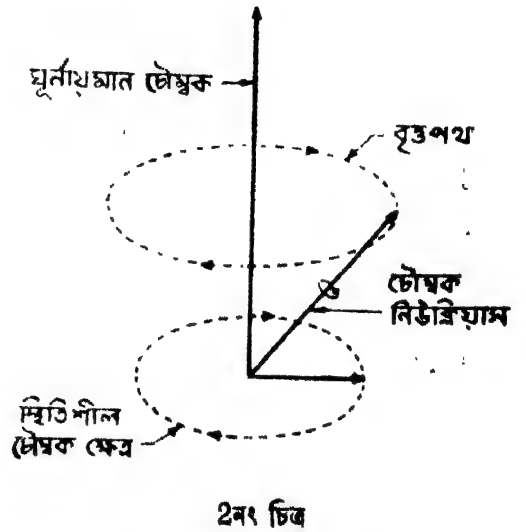
সংখ্যা] সম্ভাব্য। দিকের যে কোন একটা বিশেষ দিকের আভিমুখী হয়ে ঘুরতে থাকবে। এখানে উল্লেখ্য, এই এক একটা দিক নিউক্লিয়াসের এক একটা শক্তি-স্তরের নির্দেশক। যেহেতু নিউক্লিয়াসটি তার নির্দিষ্ট কক্ষপথে ঘুরছে, সেহেতু তার কক্ষপথটি ব্যবহৃত স্থিতিশীল চৌম্বক ক্ষেত্রের বরাবর একটা বৃত্তপথ তৈরি করবে—এটা ঠিক যেন মাটিতে লাটিম যেভাবে ঘোরে, সে রকম (চিত্র নং-1)। এই ধরনের গতিকে পূর্ব-গমন গতি বলে। দেখা গেছে,



পূর্ব-গমন গতিসম্পন্ন চৌম্বক নিউক্লিয়াসে বেতার তরঙ্গের গতিবেগসম্পন্ন তড়িৎ-চুম্বক শক্তি প্রয়োগ করলে তার কক্ষপথ পরিবর্তিত হয় অর্থাৎ ঐ জাতীয় তড়িৎ-চুম্বক শক্তির সহায়তায় চৌম্বক নিউক্লিয়াসকে এক শক্তি-স্তর থেকে অন্য শক্তি-স্তরে স্থানান্তরিত করা যায়। এখন প্রশ্ন হলো—কিভাবে তড়িৎ-চুম্বক শক্তি প্রয়োগ করা হবে? ঘূর্ণায়মান চৌম্বক নিউক্লিয়াসের কাছে যদি

আর একটা চুম্বক রাখা যায়, তাহলে ঐ নিউক্লিয়াসটি চুম্বকের দিকে চলে পড়বে এবং তখন তার কক্ষপথ পরিবর্তিত হবে।

এই প্রসঙ্গে মনে রাখা প্রয়োজন যে, ঐ ব্যবহৃত চুম্বকটিকে স্থির রাখলে চলবে না, কারণ ঘূর্ণায়মান নিউক্লিয়াস-চুম্বকটি ঘুরতে ঘুরতে যখন ব্যবহৃত চৌম্বক সীমানার বাইরে চলে যাবে, তখন আবার সেটা পূর্বাবস্থায় ফিরে যাবে এবং কক্ষপথ পরিবর্তনের প্রচেষ্টা ক্ষণিকের জন্যে সফল হয়ে শেষ পর্যন্ত ব্যর্থ হবে। তাই সর্বক্ষণের জন্যে ঐ স্থিতিশীল দিক পরিবর্তন করতে হলে ব্যবহৃত ঐ চুম্বকটিকে স্থির না রেখে ঘোরাতে হবে।



দেখা গেছে এই চুম্বকটিকে পূর্বে ব্যবহৃত স্থিতিশীল চুম্বক-ভূমির লম্ব বরাবর রেখে নিউক্লিয়াসের সমান গতিবেগে ঘোরাতে প্রয়োজনীয় পরিবর্তন করা সম্ভব হয় (চিত্র নং-2)। এই ধরনের পরি-স্থিতির সৃষ্টি করে যখন স্থায়ীভাবে চৌম্বক নিউক্লিয়াসের কক্ষপথ পরিবর্তন করে তাকে একটা শক্তি-স্তর থেকে অন্য শক্তি-স্তরে স্থানান্তরিত করা হয়, তখন দেখা যায় পাক-খাওয়া নিউক্লিয়াস-চুম্বক এবং ব্যবহৃত ঘূর্ণায়মান চুম্বকের

যথ্যে একটা স্পন্দন বোঝাপড়ার পরিবেশ সৃষ্টি হয়েছে। বোঝাপড়ার এই অবস্থাকে বলা হয় অনুনাদীয় অবস্থা; অর্থাৎ এই অবস্থার কক্ষপথের পরিবর্তনকে স্থির রাখবার জন্যে নিউক্লিয়াস-চুম্বক ও ব্যবহৃত ঘূর্ণায়মান চুম্বক একে অপরের সঙ্গে বেন সম্মুখে চলছে। এই অনুনাদীয় পরিস্থিতির উদ্ভব হলেই বুঝতে হবে, চৌম্বক নিউক্লিয়াসটি স্থায়ী ভাবে তার শক্তি-স্তর পরিবর্তন করেছে এবং তার জন্যে সেটি বেতার তরঙ্গের মত গতিসম্পন্ন তড়িৎ-চুম্বক শক্তি গ্রহণ কিংবা বর্জন করেছে। আর এই অবস্থা সৃষ্টি হবার সঙ্গে সঙ্গে একটা বিশেষ সঙ্কেত পাওয়া যাবে।

এই প্রসঙ্গে একটা কথার উল্লেখ বোধ হয় অপ্ৰাসঙ্গিক হবে না। রেডিয়েশন বা বিকিরণ তত্ত্বে বলা হয়েছে, সাধারণতঃ তড়িৎ-চুম্বক শক্তির সাহায্যে নিম্ন থেকে উচ্চ শক্তি-স্তরে চৌম্বক নিউক্লিয়াসটি উন্নীত হয়। কারণ একই পরমাণুর কতকগুলি নিউক্লিয়াসের সমষ্টিকে কোন স্থিতিশীল চৌম্বক ক্ষেত্রে রাখলে দেখা যাবে, সব সময়েই নিম্ন শক্তি-স্তরে কিছু বেশী সংখ্যক নিউক্লিয়াস থাকে। যার কালে নিম্ন শক্তি-স্তরের নিউক্লিয়াসগুলি ব্যবহৃত তড়িৎ-চুম্বক শক্তি শোষণ করে উচ্চ স্তরে উন্নীত হতে থাকে, বতরুণ না উত্তর স্তরের নিউক্লিয়াসের সংখ্যা সমান হয়। এই অবস্থাকে সম্পৃক্তি বলে। এই ধরনের সম্পৃক্তির অবস্থা সৃষ্টির সম্ভাবনা বেশী থাকবার জন্যে সব সময়েই শক্তি শোষিত হয়^৩। ঠিক কি পরিমাণ শক্তি শোষিত হবে, তা নির্ভর করছে বিবেচনাধীন চৌম্বক

নিউক্লিয়াসের শক্তির উপর এবং তা বোঝা যাবে পূর্বে সঙ্কেত সৃষ্টির মাধ্যমে। স্মরণ্য এই সঙ্কেতটিকে ঠিকমত নিশিদ্ধ করলে পরীক্ষাধীন নিউক্লিয়াসের চৌম্বক শক্তির একটা পরিমাণ করা যেতে পারে এবং নিউক্লিয়াসের চৌম্বক শক্তির পরিমাণ নির্ণয়ই হচ্ছে আলোচ্য প্রয়োগ-কৌশলের প্রধান ভিত্তি।

এতদূর আমরা যা আলোচনা করেছি, তা শুধুমাত্র অনাবৃত চৌম্বক নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে। কিন্তু অনাবৃত চৌম্বক নিউক্লিয়াসের কল্পনা কি সম্ভব? কেন না, নিউক্লিয়াসের অস্তিত্ব তখনই স্বীকার করা সম্ভব, যখন তাকে কেন্দ্র করে ঘুরে বেড়াচ্ছে ইলেকট্রন অর্থাৎ ইলেকট্রন দিয়ে আবৃত নিউক্লিয়াসকেই (≡ পরমাণুকে) আমরা কল্পনা করতে পারি। স্মরণ্য নিউক্লিয়াসের কথা চিন্তা করবার সঙ্গে সঙ্গে খুব স্বাভাবিকভাবেই তার চারপাশে ঘুরে বেড়ানো ইলেকট্রনের কথা এসে পড়বেই। পরমাণুর গঠন-তত্ত্বে একথা স্পষ্টভাবে স্বীকৃত হয়েছে যে, ইলেকট্রনগুলি চুম্বক-ধর্মী। অতএব চারপাশের ইলেকট্রন-চুম্বক মধ্য স্থানে অবস্থিত পাক-খাওয়া চৌম্বক নিউক্লিয়াসের চারদিকে একটা আবরণ সৃষ্টি করবে। এর অর্থ, কোন পরমাণুকে যখন কোন চৌম্বক ক্ষেত্রে রাখা হবে, তখন চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাব সরাসরি ঐ পরমাণুর চৌম্বক নিউক্লিয়াসের উপর পড়বে না—সেটাকে ইলেকট্রন-চুম্বকের ঐ আবরণকে ভেদ করে নিউক্লিয়াস-চুম্বকের উপর প্রভাব বিস্তার করতে হবে। এই আবরণের ঘনত্ব কেমন হবে, তা নির্ভর করছে নিউক্লিয়াসের চারপাশের ইলেকট্রন-ঘনত্বের উপর। যত বেশী সংখ্যক ইলেকট্রন থাকবে, তত বেশী ইলেকট্রন-ঘনত্ব বাড়বে এবং ইলেকট্রন-চুম্বক আবরণের ঘনত্বও বাড়বে তত বেশী। এই আবরণ সৃষ্টি করাকে বলা হয় আচ্ছাদন প্রক্রিয়া।

৩. মাঝে মাঝে অবশ্য শক্তির বিকিরণ ঘটে এবং তখন চৌম্বক নিউক্লিয়াসগুলি উচ্চ থেকে নিম্ন শক্তি-স্তরে অবনমিত হয়। এই অবনমন প্রক্রিয়াকে বিরাম-অবস্থা বলে। দু-ধরনের বিরাম-অবস্থা জানা আছে। একটাকে বলে আন্তঃঘূর্ণন এবং অন্যটা হচ্ছে স্পিন-ল্যাটিস। শেবোজক বিরামাবস্থা শক্তি শোষণের সহায়ক।

আবার আমরা জানি, ইলেকট্রনগুলি (বিশেষ

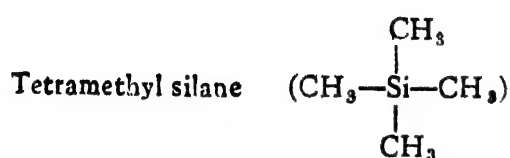
করে একট্রা নিউক্লিয়ার ইলেকট্রনগুলি) কেমিক্যাল বন্ড (রাসায়নিক বন্ধন)-এর সঙ্গে প্রত্যক্ষভাবে জড়িত এবং রাসায়নিক বন্ধনের সঙ্গে ইলেকট্রন-ঘনত্বের একটা ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক আছে। কারণ, যখন দুই ভিন্ন পরমাণুর মধ্যে রাসায়নিক বন্ধন তৈরি হয়ে একটা অণুর উৎপত্তি হয়, তখন দেখা যায় ঐ অণুর দুই পরমাণুর চারপাশের ইলেকট্রন-ঘনত্ব একই হয় না। একটা পরমাণুর চার পাশে কিছু বেশী এবং অল্পটার চারপাশে কিছু কম ইলেকট্রন-ঘনত্ব লক্ষ্য করা যায়। সুতরাং রাসায়নিক বন্ধনের সঙ্গে আচ্ছাদন প্রক্রিয়ার একটা নিবিড় যোগসূত্র রয়েছে। অতএব আমরা এই সিদ্ধান্তে পৌঁছতে পারি যে, কোন অণুর পারমাণবিক নিউক্লিয়াসের চৌম্বক শক্তির পরিমাপ করবার অর্থই হচ্ছে, ঐ বিশেষ অণুর রাসায়নিক বন্ধনের প্রকৃতি নির্ণয় করা এবং এই অর্থই রাসায়নিক যৌগের, বিশেষ করে জৈব যৌগের কাঠামো নির্ণয়ে এই যান্ত্রিক পদ্ধতিটি ব্যবহৃত হয়। প্রকৃতপক্ষে রাসায়নিক বন্ধনের প্রকৃতি নির্ণয়ের ক্ষমতাই হচ্ছে এই প্রয়োগ-কৌশলের অত্যন্ত প্রধান বৈশিষ্ট্য।

এই প্রসঙ্গে একটা কথা উল্লেখ করা অত্যন্ত প্রয়োজন। রাসায়নিক যৌগগুলি বিভিন্ন পদার্থের পরমাণুর মধ্যে পারস্পরিক বন্ধনের কলে গঠিত হয় এবং বিভিন্ন পরমাণুর নিউক্লিয়াসের চৌম্বক শক্তি বিভিন্ন। সুতরাং যে কোন রাসায়নিক যৌগের প্রত্যেকটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসের চৌম্বক শক্তি নির্ণয় করা বেশ জটিল ব্যাপার। এই জটিল পরিস্থিতির হাত থেকে রক্ষা পাবার জন্তে সাধারণতঃ হাইড্রোজেন পরমাণুর নিউক্লিয়াসের অর্ধাংশ প্রোটনের চৌম্বক শক্তি নির্ণয় করা হয় এবং তখন পদ্ধতিটিকে চৌম্বক প্রোটনের অন্বেষণ বলা হয়।

এখন প্রশ্ন হলো, জৈব যৌগের ক্ষেত্রে চৌম্বক প্রোটনের অন্বেষণ পদ্ধতিকে কিভাবে প্রয়োগ করলে সেগুলির কাঠামো সম্পর্কে একটা স্পষ্ট-

ধারণা আমরা পেতে পারি। রাসায়নিক বিশ্লেষণ করে দেখা গেছে, যদিও জৈব যৌগের মূল উপাদান হচ্ছে কার্বন, কিন্তু অধিকাংশ জৈব যৌগে হাইড্রোজেন থাকেই। তা ছাড়া যে সব পদার্থের উপস্থিতি প্রায়ই লক্ষ্য করা যায়, সেগুলি হচ্ছে নাইট্রোজেন, অক্সিজেন, সালফার এবং হ্যালাজেন গোষ্ঠীভুক্ত পদার্থ। এই সমস্ত ভিন্ন জাতীয় পরমাণুর মধ্যে নানা ধরনের রাসায়নিক বন্ধন তৈরি হতে পারে, যার ফলে হাইড্রোজেনের পারিপার্শ্বিক ইলেকট্রন-ঘনত্বের তারতম্য ঘটবে। অতএব একটা বহু প্রোটনিক জৈব যৌগকে মোটামুটিভাবে কতকগুলি বিভিন্ন প্রোটন-চুম্বকের মিশ্রণ হিসাবে কল্পনা করা যেতে পারে। ঐ রকম একটা প্রোটন-চুম্বকের মিশ্রণকে (জৈব যৌগকে) যথেষ্ট শক্তির (10,000 Gauss-এর কাছাকাছি) স্থিতিশীল নিরবচ্ছিন্ন চৌম্বক ক্ষেত্রে রাখলে বিভিন্ন পরিবেশের প্রোটন-চুম্বকগুলি ভিন্ন ভিন্ন কক্ষপথে পূর্ব-গমন গতিতে ঘুরতে থাকবে এবং তখন বেতার-তরঙ্গের গতিসম্পন্ন (সাধারণতঃ 60×10^6 কিংবা 100×10^6 cycles per second) তড়িৎ-চুম্বক শক্তি প্রয়োগ করলে তা শোষিত হবে। এখানে একটা কথা উল্লেখ-যোগ্য, একটা নির্দিষ্ট শক্তিতে শুধুমাত্র একটা কিংবা একাধিক সমপরিবেশের প্রোটন-চুম্বকের শক্তি-স্তরের উন্নতি ঘটবে এবং তার জন্তে একটা মাত্র সঙ্কেত পাওয়া যাবে। সুতরাং প্রয়োজনীয় নূনতম শক্তি প্রয়োগ করে আন্তে আন্তে বাড়তে থাকলে ভিন্ন ভিন্ন পরিবেশের প্রোটনের জন্তে পৃথক পৃথক সঙ্কেত পাওয়া যাবে। এই সঙ্কেতগুলিকে তখন ধারক-বক্রে বিদ্রুত করা হয় এবং পরে অ্যাম্প্লিফায়ারের সাহায্যে বড় করে নিয়ে স্বয়ংক্রিয় রেকর্ডারের সহায়তায় একটা চার্টে ঠিকমত লিপিবদ্ধ করা হয়। এই চার্টের পৃথক পৃথক স্থানে ভিন্ন ভিন্ন সঙ্কেতগুলি শৃঙ্খল (Peak) আকারে অবস্থান করে। সেগুলির অবস্থান পরিমাপ করা

হয় একটা নির্দিষ্ট মানের প্রোটন-সমষ্টির অবস্থানের আপেক্ষিক অর্থে। সাধারণতঃ নির্দিষ্ট মানের প্রোটন-সমষ্টির শৃঙ্খটিকে চার্টের ডানদিকে বসানো হয় অর্থাৎ সেটাকে প্রারম্ভিক স্থান হিসাবে ধরা হয় এবং তার পর অন্ত্যস্ত সঙ্কেত-শৃঙ্খলিকে সেগুলির শক্তি অনুযায়ী (পূর্বেই বলা হয়েছে, একটা সঙ্কেত একটা বিশেষ পরিবেশের প্রোটন বা প্রোটন-সমষ্টির চৌম্বক শক্তির নির্দেশক) প্রারম্ভিক স্থানের বামদিকে বসানো হয়। জৈব যোগের ক্ষেত্রে অধিকাংশ সময় নির্দিষ্ট মানের যোগ হিসাবে

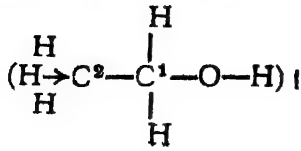


বা সংক্ষেপে T. M. S নেওয়া হয়। এই যোগটিকে নির্দিষ্ট মান হিসাবে গ্রহণ করবার কারণ হচ্ছে, এটা কোন জৈব যোগের সঙ্গে বিক্রিয়া করে না বা বিবেচনাধীন যোগস্থিত কোন প্রোটনের চৌম্বক শক্তির তারতম্য ঘটায় না। উল্লিখিত যোগে ১২টি প্রোটন আছে। পরীক্ষা-নিরীক্ষার পর দেখা গেছে, ঐ ১২টি প্রোটনের বা ইলেকট্রন-ঘনত্ব, তা রসায়ন-বিজ্ঞানীরা প্রতি-নিরত যে সব জৈব যোগ নিয়ে কাজ করে থাকেন, সেগুলির যে কোন পরিবেশের প্রোটনের ইলেকট্রন-ঘনত্বের চেয়ে অনেক বেশী। সুতরাং T. M. S-এর প্রোটন-সঙ্কেতের অবস্থান কোন চার্টের সবচেয়ে বেশী ইলেকট্রন-ঘনত্বের প্রোটনের ইঙ্গিত বহন করছে এবং অন্ত্যস্ত সঙ্কেত-শৃঙ্খলি তার চেয়ে কম ঘনত্বের প্রোটন নির্দেশ করছে। অতএব যোগের প্রোটন-সঙ্কেতগুলি সব সময়ই T. M. S-এর বামদিকে (কম চৌম্বক শক্তির দিকে) থাকবে। এখন T. M. S-এর প্রোটন-সঙ্কেতের অবস্থানকে জিরো ধরলে অন্ত্যস্ত সঙ্কেতগুলির অবস্থানকে সূচিত করতে হবে —1,

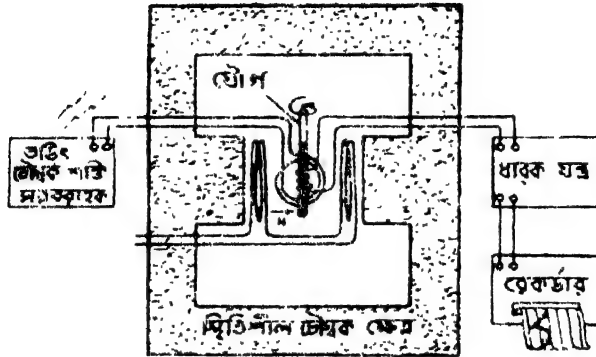
—2,—3... ইত্যাদি সংখ্যা দিয়ে আর নির্দিষ্ট মানের প্রোটনের অবস্থানকে ১০ ধরে নিলে অন্ত্যস্ত সঙ্কেত-অবস্থানগুলিকে নির্দেশ করতে হবে ৯, ৮, ৭, ৬...ভাবে। ছ-রকমভাবেই সঙ্কেত-গুলিকে নির্দেশ করবার রীতি প্রচলিত আছে। প্রথমোক্ত পদ্ধতিতে সঙ্কেত-অবস্থান নির্দেশিত হলে অবস্থানের একক হচ্ছে ৪ অর্থাৎ তখন সঙ্কেত-অবস্থানকে ১৪, ২৪, ৩৪..... (৪≡—1) ইত্যাদি ভাবে প্রকাশ করা হয়। সুতরাং সঙ্কেত-শৃঙ্খের অবস্থানের মান যত বেশী ৪ হবে, বুঝতে হবে সঙ্কেতটি T. M. S-এর প্রোটন-সঙ্কেত থেকে তত বেশী দূরে আছে এবং ঐ প্রোটনের বা প্রোটন-সমষ্টির ইলেকট্রন-ঘনত্ব তত কম। আবার যখন T. M. S-এর প্রোটন-সঙ্কেত অবস্থানের মানকে ১০ ধরে অন্ত্যস্ত সঙ্কেত অবস্থান সূচিত হয়, তখন সেগুলির একক হচ্ছে ৮ এবং প্রোটন-সঙ্কেতগুলিকে তখন ৯৮, ৮৮, ৭৮.....ভাবে লেখা হয়। এখানে ৮-এর মান কম হওয়ার অর্থই হচ্ছে, ইলেকট্রন-ঘনত্ব কম হওয়া। এই প্রসঙ্গে একটা কথা উল্লেখ করা প্রয়োজন যে, T. M. S-এর সঙ্কেত-শৃঙ্খের অবস্থান এবং বিবেচনাধীন যোগের যে কোন একটা প্রোটন-সঙ্কেতের অবস্থানের মধ্যে যে দূরত্ব (যেটাকে ৪ বা ৮ দিয়ে নির্দেশ করা হচ্ছে), তাকে রাসায়নিক দূরত্ব বলে। সুতরাং ৪ বা ৮ হচ্ছে রাসায়নিক দূরত্বের নির্দেশক এবং একটা বিশুদ্ধ সংখ্যা। এই ভাবে বিভিন্ন সঙ্কেতগুলিকে রাসায়নিক দূরত্বের মাধ্যমে প্রকাশ করে যে পুরা চার্টটা পাওয়া বাবে, তাকে পরীক্ষাধীন যোগের নিউক্লিয়াসের চৌম্বক অনুলান্দীয় বর্ণালী বা N. M. R Spectrum বলে এবং যে যন্ত্রের সহায়তায় রাসায়নিক দূরত্ব স্থিরীকৃত হয়, সেটাকে N. M. R বর্ণালী-বীক্ষণ যন্ত্র বলা হয় (চিত্র নং-৩)।

একটা উদাহরণ দিয়ে উপরে আলোচিত

বস্তুযাটা পরিষ্কার বোঝা যাবে। খুব সহজ এবং বহুল প্রচলিত উদাহরণ হচ্ছে ইথাইল অ্যালকোহল,



অ্যালকোহল অণুতে তিনটি ভিন্ন পরিবেশের প্রোটন আছে। সবচেয়ে কম ইলেকট্রন-ঘনত্বের প্রোটন একটা (অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত, $-\text{O}-\text{H}$), মোটামুটি কম ঘনত্বের দুটি (1 নং কার্বনের $-\text{CH}_2-\text{O}$) এবং বেশ বেশী ঘনত্বের তিনটি



3নং চিত্র

এই যোগে মোট ৬টা প্রোটন আছে এবং তাদের ইলেকট্রন-ঘনত্ব এক নয়। একটা প্রোটন প্রত্যেক-ভাবে অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত, 1 নং কার্বনের সঙ্গে যুক্ত আছে 2টি প্রোটন এবং প্রান্তিক কার্বনে আছে 3টি প্রোটন। যেহেতু অক্সিজেনের ইলেকট্রন আকর্ষণ করার প্ররণতা কার্বন এবং হাইড্রোজেনের তুলনায় অনেক বেশী, সেহেতু অক্সিজেনের সঙ্গে প্রত্যেকভাবে জড়িত হাইড্রোজেনের চারপাশের ইলেকট্রন-ঘনত্ব বেশ কম হবে এবং একই কারণে 1 নং কার্বনের ইলেকট্রন-ঘনত্ব কম হবে, যার অর্থ ঐ কার্বনে যুক্ত হাইড্রোজেন দুটির চারপাশের ইলেকট্রন-ঘনত্ব কম হওয়া। কিন্তু অক্সিজেনের ইলেকট্রন আকর্ষণের এই প্রভাব প্রান্তিক কার্বনের উপর বেশ কম হবে। সুতরাং ঐ কার্বনে যুক্ত হাইড্রোজেনগুলির ইলেকট্রন-ঘনত্ব তেমন কম হবে না। অতএব আমরা দেখতে পাই, ইথাইল

প্রোটন (প্রান্তিক, $-\text{CH}_3$)। সুতরাং আলোচ্য যোগের নিউক্লিয়াস চৌম্বক অস্থানাদীর বর্ণালীতে পৃথক পৃথক স্থানে তিনটি শৃঙ্গ পাওয়া যাবে (চিত্র নং-4)।

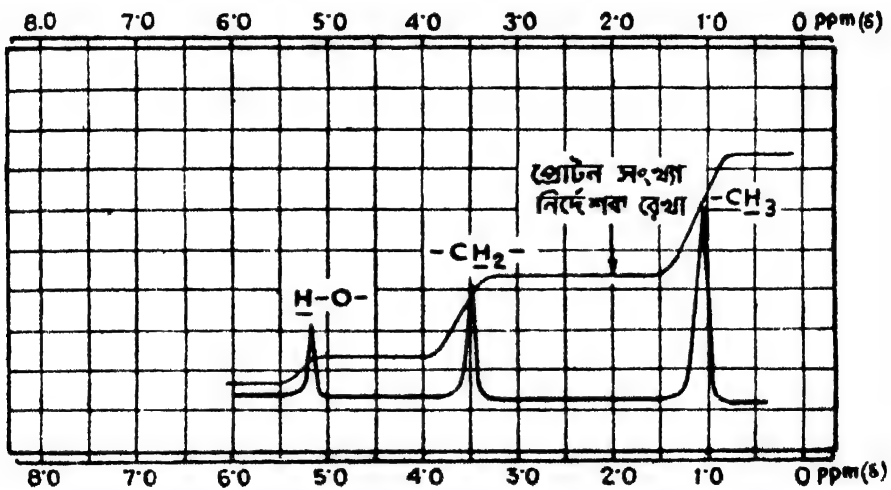
এখানে উল্লেখ্য, আলোচ্য পদ্ধতিটি সাধারণতঃ তরল যোগের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। অতএব কার্বন যোগের ক্ষেত্রে পদ্ধতিটি প্রয়োগ করতে হলে তাকে একটা দ্রাবকে গুলে নিতে হবে। কিন্তু কোন দ্রাবক ব্যবহার করার সময় মনে রাখা দরকার—সেটা নিষ্ক্রিয়, চুম্বকত্বের দিক থেকে পরীক্ষাধীন যোগের সমধর্মী, নির্দিষ্ট মানের যোগ T. M. S-কে গুলতে সক্ষম এবং পারতপক্ষে নন-প্রোটনিক হওয়া বাঞ্ছনীয়। কারণ তা না হলে দ্রাবক এবং পরীক্ষাধীন যোগের যুগ্ম বিক্রিয়ার

4. মাঝে মাঝে প্রোটনিক দ্রাবক ব্যবহার করা হয়, সে ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় সংশোধন করে নেওয়া হয়।

কলে একটা জটিল পরিস্থিতির উদ্ভব হবে এবং স্পিন উদ্বেগই ব্যর্থ হবে। সে জন্তে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4), ডব্লিউ-ক্লোরোফর্ম ($CDCl_3$), ডব্লিউ-ক্লোরোফর্ম অক্সাইড (D_2O) এবং কার্বন ডাইসালফাইড (CS_2) ইত্যাদি দ্রাবকগুলি সাধারণতঃ ব্যবহার করা হয়।

এই প্রসঙ্গে আর একটা কথা উল্লেখ করা অত্যন্ত প্রয়োজন। পূর্বেই বলা হয়েছে আলোচ্য বর্ণালীতে যে শৃঙ্খল পাওয়া যায়, তা এক বা একাধিক প্রোটনের ইঙ্গিত বহন করতে পারে। তাহলে প্রশ্ন হলো, কি ভাবে বোঝা যাবে কোন একটি বিশেষ শৃঙ্খল প্রোটনের

নির্দেশক? সাধারণতঃ শৃঙ্খলের তীব্রতা থেকে আনেক্ষিক প্রোটন-সংখ্যা বের করা হয়। শৃঙ্খলের তীব্রতা নির্ভর করেছে, তার সীমানার উপর। এই আনেক্ষিক শৃঙ্খল-সীমানা (Peak-area) বের করা হয় একটি নির্দেশক রেখার সহায়তায় এবং সেই রেখাটিকে বলা হয় আনেক্ষিক প্রোটন-সংখ্যা নির্দেশক রেখা। আলোচ্য প্রয়োগ-কৌশল যন্ত্রে এই নির্দেশক রেখাটি লিপিবদ্ধ হবার প্রক্রিয়ায় ব্যবস্থা থাকে। সুতরাং বর্ণালীর সঙ্গে সঙ্গে এই রেখাটিও লিপিবদ্ধ হয়। এই নির্দেশক রেখার উচ্চতা অজানা প্রোটন-সংখ্যা নির্ণীত হয়; যেমন—



৪নং চিত্র

ইথাইল অ্যালকোহলের ক্ষেত্রে (চিত্র নং-৪) তিনটি শৃঙ্খলের নির্দেশক রেখার উচ্চতা যথাক্রমে ৬, ১২.৪ এবং ১৭.৮ ঘর (চার্টের এক-একটা চতুর্ভুজের ঘরকে একক ধরে)। অতএব এই তিনটি শৃঙ্খলের প্রোটন-সংখ্যার অনুপাত ১ : ২ : ৩। এখন বিবেচনাধীন জৈব বোণের যে কোন একটি সঙ্কেত-শৃঙ্খলের প্রোটন-সংখ্যা সম্পর্কে ধারণা থাকলে অজানা শৃঙ্খলের প্রোটন-সংখ্যা

নির্ণয় করা বেশ সহজসাধ্য ব্যাপার।

উপরিউক্ত আলোচনা থেকে স্পষ্ট বোঝা যাচ্ছে, নিউক্লিয়ার ম্যাগনেটিক রেজোন্যান্স বর্ণালীতে সঙ্কেত-শৃঙ্খলের অবস্থান এবং জৈব বোণের কাঠামো নির্ণয়ে সেগুলির সঠিক ব্যাখ্যান প্রোটনের ইলেকট্রন-ঘনত্বের উপর নির্ভরশীল। কাজেই কি কি কারণে ইলেকট্রন-ঘনত্বের তারতম্য ঘটে, সে সম্পর্কে কয়েকটি কথার উল্লেখ বোধ হয়

অপ্রাসঙ্গিক হবে না। দেখা গেছে, যে সমস্ত কারণের জন্তে ইলেকট্রন-ঘনত্বের তারতম্য ঘটে, সেগুলির মধ্যে অন্ততম হচ্ছে আবিষ্টকরণ। আমরা জানি, আবিষ্টকরণ নির্ভর করে পরমাণুর ইলেকট্রন-আকর্ষণী ক্ষমতার উপর। কোন প্রোটনের কাছাকাছি ইলেকট্রন-আকর্ষণী পরমাণু থাকলে সেটি তার নিজের দিকে ইলেকট্রন-আকর্ষণ করবে—যার ফলে প্রোটনের চারপাশের ইলেকট্রন-ঘনত্ব কম হবে এবং আচ্ছাদন ক্রিয়া কমে যাবে। ঠিক কি পরিমাণে ইলেকট্রন-ঘনত্ব কমেবে, তা নির্ভর করছে ঐ বিশেষ পরমাণুর ইলেকট্রন-আকর্ষণী ক্ষমতার উপর, যত বেশী ইলেকট্রন ও আকর্ষণী ক্ষমতা থাকবে, প্রোটনের ইলেকট্রন-ঘনত্ব কমেবে তত বেশী। যেমন, $H_3C-C\leftarrow$, $H_3C-N\leftarrow$, H_3C-O- , ইত্যাদি শ্রেণীর মিথাইল প্রোটনের ইলেকট্রন-ঘনত্ব বা আচ্ছাদন প্রক্রিয়া হবে $H_3C-C\leftarrow >$ $H_3C-N\leftarrow >$ H_3C-O- এবং হ্যালাইড গোষ্ঠীর মিথাইল প্রোটনের আচ্ছাদন ক্রিয়া হবে নিম্নরূপ :—



উল্লিখিত ইলেকট্রন-আকর্ষণজনিত যে আচ্ছাদন প্রক্রিয়া, তাকে বলা হয় ডায়াম্যাগনেটিক শিল্ডিং এক্কেট। এছাড়া আরও দুই ধরনের আচ্ছাদন প্রক্রিয়া জানা আছে: একটিকে বলা হয় প্যারাম্যাগনেটিক শিল্ডিং এক্কেট এবং অল্পট ইনটারঅ্যাটমিক ডায়াম্যাগনেটিক শিল্ডিং এক্কেট নামে পরিচিত। প্রথমোক্ত প্রক্রিয়াটিকে এক কথায় মিশ্র প্রক্রিয়া বলা যেতে পারে। যখন কোন যৌগকে একটি স্থিতিশীল নিরবচ্ছিন্ন চৌম্বক ক্ষেত্রে রাখা হয়, তখন চৌম্বক প্রোটনের কাছাকাছি অবস্থিত পরমাণুর (কার্বন, নাইট্রোজেন, অক্সিজেন, হ্যালাজেন ইত্যাদি) নিউক্লিয়াসের সঙ্গে প্রত্যক্ষভাবে জড়িত ইলেকট্রনগুলি যথেষ্ট পরিমাণে না হলেও কিছুটা শক্তিসম্পন্ন একটি আচ্ছাদন প্রক্রিয়া ঘটতে পারে। এই প্রক্রিয়া

কখন কখন ইলেক্ট্রন-আকর্ষণজনিত আচ্ছাদনের পরিমাণ বাড়িয়ে দিতে পারে আবার মাঝে মাঝে সেটাকে কমিয়েও দিতে পারে। ঠিক এই ধরনের আচ্ছাদন-ক্রিয়া লক্ষ্য করা যায় অ্যালডিহাইড ($-C(=O)-H$) এবং অ্যাসিটিলিন ($H-C\equiv C-H$) প্রোটনের ক্ষেত্রে। অক্সিজেনের ইলেকট্রন-আকর্ষণী ক্ষমতা অসুব্যবাহী অ্যালডিহাইড প্রোটনের যে পরিমাণ ইলেকট্রন-ঘনত্ব হওয়া উচিত ছিল, প্রকৃতপক্ষে তার চেয়ে অনেক কম ঘনত্ব লক্ষ্য করা যায়। আবার অ্যাসিটিলিন অণুতে অসম্পূর্ণ বাহুর উপস্থিতির জন্তে যে পরিমাণ ইলেকট্রন-ঘনত্ব আশা করা যায়, তার চেয়ে কিছু বেশী ঘনত্বের লক্ষণ দেখা যায় অর্থাৎ অ্যালডিহাইড প্রোটন বর্ণালীর আশাতিরিক্ত নিম্নশক্তি সীমানায় এবং অ্যাসিটিলিন প্রোটনগুলি কিছুটা উচ্চশক্তির অঞ্চলে সত্ত্ব-শৃঙ্গ প্রদর্শন করবে।

তৃতীয় আচ্ছাদন প্রক্রিয়াটি পরীক্ষাধীন যৌগের সবটা কিংবা কোন বিশেষ অংশের কাঠামোর প্রভাব থেকে উদ্ভূত হয়। যেহেতু প্রোটনগুলি একটা বিশেষ যৌগের সঙ্গে জড়িত, সেহেতু তাদের চারপাশের ইলেকট্রন-ঘনত্বের উপর ঐ যৌগের কিংবা তার কোন অংশবিশেষের কাঠামোর একটি প্রভাব থাকবেই এবং সেই প্রভাবের ফলে দেখা যায় আচ্ছাদন প্রক্রিয়ার তারতম্য ঘটেছে। বিবেচনাধীন জৈব যৌগটি অ্যারোমেটিক জাতীয় হলে কিংবা ঐ যৌগে অ্যারোমেটিক রিং থাকলে এই ধরনের আচ্ছাদন প্রক্রিয়া ভালরূপে কার্যকরী হয়। আমরা জানি, অ্যারোমেটিক রিং-এর মধ্যে পাই ইলেকট্রনের একটি ক্রম লুপ থাকে এবং তার একটা নিজস্ব চৌম্বক ধর্ম আছে। এই ক্রম লুপ চূষকটি সাধারণত: অ্যারোমেটিক প্রোটনগুলির (যে সব প্রোটন রিং-এর সঙ্গে প্রত্যক্ষভাবে যুক্ত) ইলেকট্রন-ঘনত্ব কমিয়ে দেয়, যার জন্তে ঐ প্রোটনগুলি বর্ণালীর নিম্ন-

শক্তির সীমানায় শৃঙ্খল আকারে অবস্থান করে। কিন্তু যে সব প্রোটিন রক্ত লুপের সমতলের ঠিক উপরে কিংবা নীচের দিকে থাকে, তাদের ক্ষেত্রে বিপরীত প্রক্রিয়া দেখা যায় অর্থাৎ সে সব ক্ষেত্রে আচ্ছাদনের ইলেকট্রন-ঘনত্ব বেড়ে যায়, যার

ফলে তারা বর্ণালীর উচ্চশক্তির অঞ্চলে সংকট-শৃঙ্খল প্রদর্শন করে—যেমন দেখা যায় পলিমিথিলিন-বেঞ্জিনে। এই যৌগের মাঝের দুই মেথিলিন গুণের $(-CH_2)$ প্রোটনগুলি অস্বাভাবিক রকম উচ্চ শক্তির সীমানায় অবস্থান করে।

শনির বলয়

গিরিজাচরণ ঘোষ*

শনি হলো সৌরজগতের বৃহৎ গ্রহ, সূর্য থেকে যার গড়-দূরত্ব হলো প্রায় অষ্টআশি কোটি এককটি লক্ষ মাইলের মত, অর্থাৎ সূর্য থেকে পৃথিবীর দূরত্বের প্রায় নয় গুণ বেশী। সেক্ষেত্রে ছয় মাইল বেগে আপন কক্ষপথে এই গ্রহ পরিক্রমা করে চলেছে সূর্যকে এবং প্রায় সাড়ে উনত্রিশ বছরে সেটি একবার সম্পূর্ণ করে তার প্রদক্ষিণ। এই হলো শনিগ্রহের সাধারণ পরিচয়। তাছাড়া আরও দু-একটা সাধারণ মাপজোখ দেখিয়ে শনির চেহারাটা আরও একটু পরিষ্কার করা যেতে পারে; যেমন—এই গ্রহের ব্যাস হলো একাত্তর হাজার মাইল অর্থাৎ নয়টি পৃথিবী পাশাপাশি রাখলে যে ব্যাস দাঁড়াবে, তাই। আর শনির বা আয়তন, তাতে সাত-শ' তেরটি পৃথিবী ওর ভিতরে স্থান পেতে পারে। আর ওজনের কথা বলতে গেলে দাঁড়িপাল্লার এক দিকে শনিগ্রহকে চাপালে অপর দিকে চাপাতে হবে পঁচানব্বইটি পৃথিবী-বাটখারা। আর পৃথিবী যেখানে চক্ৰিণ ঘণ্টার আপন অক্ষের চারপাশে একবার আবর্তিত হয়, সেখানে শনিগ্রহের আপন অক্ষের চারপাশে একবার আবর্তিত হতে সময় লাগে দশ ঘণ্টা চৌদ্দ মিনিট। কিন্তু এতদেও শনিগ্রহের পরিচয়

সম্পূর্ণ হলো না। শনির সবচেয়ে বড় যে পরিচয় অর্থাৎ যা দিয়ে সমগ্র গ্রহমণ্ডলী থেকে তাকে পৃথকভাবে চেনা যায়, তা হলো শনির বলয়। এই বলয় শনির এমন এক অপূর্ব বস্তু, যা থেকে সৌর-জগতের অন্ত সব গ্রহই বঞ্চিত।

শনির বলয় হলো এই গ্রহের বিষুবতলের সঙ্গে সমান্তরালভাবে অবস্থিত তিনটি পাতলা সমকেন্দ্রিক বলয়, যা এই গ্রহের চতুর্দিকে আবর্তিত হয়ে চলেছে। সবচেয়ে ভিতরের বলয়টিকে বলা হয় ক্রেপ-বলয়। এই বলয়টি অত্যন্ত আবহা এবং এই বলয়ের ভিতরের ব্যাস অষ্টআশি হাজার এক-শ' নব্বুই মাইল অর্থাৎ শনির পৃষ্ঠ থেকে এই বলয়ের দূরত্ব আট হাজার মাইলের কিছু বেশী। সুতরাং শনির পৃষ্ঠ এবং প্রথম বলয়ের মধ্যবর্তী ঠাঁক দিয়ে আমাদের পৃথিবী চলে যেতে পারবে অনায়াসে। কারণ পৃথিবীর ব্যাস হলো প্রায় আট হাজার মাইল। শনির তৃতীয় বা শেষ বলয়টির বাইরের ব্যাস হলো প্রায় এক লক্ষ বাহাত্তর হাজার তিন-শ' দশ মাইল। অর্থাৎ তিনটি বলয়ের প্রস্থ যোগ করলে যে চওড়া রাস্তাটা দাঁড়াবে, তার প্রস্থ

*পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ, বিজ্ঞানসাগর কলেজ,

কলিকাতা-৬.

হবে প্রায় বিয়াল্লিশ হাজার মাইলের মত। সুতরাং পাশাপাশি পাঁচটি পৃথিবী ঐ চওড়া রাস্তা দিয়ে স্বচ্ছন্দে চলতে পারবে। তবে শনির শেষ এবং মধ্যবর্তী বলয় দুটির মাঝখানে কিছুটা ফাঁক রয়েছে। পৃথিবীতে বসে ঐ ফাঁক দিয়ে দুটি চাঁদকে কখনও কখনও নক্ষত্রও দেখা যায়। এই বলয়গুলির প্রস্থের তুলনার বেধ অত্যন্ত কম। ওদের বেধ কুড়ি মাইলের বেশী হবে না।

শনির বলয়ের প্রকৃতি সম্বন্ধে দুটি তত্ত্ব প্রচলিত আছে। প্রথম তত্ত্বানুসারে ঐ বলয়গুলি একটানা কঠিন পদার্থে গঠিত। দ্বিতীয় তত্ত্বানুসারে ঐ বলয়গুলি হলো বহু ক্ষুদ্র কণার ঝাঁক। ঐ কণাগুলি এত কাঁচাকাঁচিভাবে ঠাসা যে, ওগুলিকে একটানা একটি বস্তু বলে মনে হয়।

1857 সালে ক্লার্ক ম্যাক্সওয়েল গাণিতিক তত্ত্বের দ্বারা প্রমাণ করেন যে, বলয়গুলি কঠিন পদার্থের হলে গতিশীল অবস্থায় সেগুলি ভঙ্গুর হবে। কারণ, যদি কোন বলের দ্বারা সেগুলির অন্ন সঙ্গ হয়, তবে সেগুলি নিশ্চয়ই ভেঙে পড়িয়ে যাবে।

দুটি তত্ত্বের সত্যতা যাচাই করা যেতে পারে একটি বলয়ের ভিতরের এবং বাইরের কিনারা দুটির আপেক্ষিক আবর্ত-গতি পরিমাপ করে। প্রথম তত্ত্বানুসারে যদি বলয়টি কঠিন পদার্থের হয়, তবে একথা উপলব্ধি করা খুব কঠিন হবে না যে, বলয়ের বাইরের কিনারার বেগ ভিতরের কিনারার বেগ অপেক্ষা বেশী হবে। গণিতের সাহায্যে বলা যেতে পারে, যদি বলয়টির প্রতি সেকেন্ডে আবর্তন সংখ্যা হয় n এবং বলয়ের ভিতরের ও বাইরের ব্যাসার্ধ হয় যথাক্রমে r_1 এবং r_2 , তবে বলয়টির ভিতরের এবং বাইরের কিনারার বেগ হবে $2\pi r_1 n$ এবং $2\pi r_2 n$; যেহেতু বাইরের ব্যাসার্ধ r_2 ভিতরের ব্যাসার্ধ r_1 অপেক্ষা বড়, সেহেতু বাইরের কিনারার বেগ ভিতরের কিনারার বেগ অপেক্ষা বেশী।

দ্বিতীয় তত্ত্বানুসারে বলয়গুলি যদি ক্ষুদ্রতম

কণার সমষ্টি হয়, তবে প্রতিটি কণার উপর দুটি বল ক্রিয়া করবে। একটি হলো শনির অভিকর্ষ বল এবং অপরটি অপকেন্দ্রিক বল। নিউটনের মহাকর্ষ তত্ত্ব অনুসারে শনির অভিকর্ষ বলের মান হবে $\frac{GMm}{r^2}$, যেখানে G হলো মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, M হলো শনিগ্রহের ভর, m হলো কণাটির ভর এবং r হলো গ্রহের কেন্দ্রবিন্দু থেকে কণাটির দূরত্ব। এখন অপকেন্দ্রিক বলের মান হলো $\frac{mv^2}{r}$, যেখানে v হলো আপন কক্ষপথে কণাটির বেগ। সাম্য অবস্থায়, অর্থাৎ কণাটি একই বৃত্তপথে গ্রহটিকে ক্রমাগত প্রদক্ষিণ করে গেলে অভিকর্ষ বল অপকেন্দ্রিক বলের সমান হবে। সুতরাং

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

$$\text{বা } v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

এই সমীকরণ থেকে দেখা যাচ্ছে, r -এর মান বত বেশী হবে, v -এর মান তত কম হবে, অর্থাৎ গ্রহ থেকে থেকে দূরে অবস্থিত কণাগুলির গতি-বেগ কম। সুতরাং শনির বলয় যদি অসংখ্য কণা সমষ্টি হয়, তবে ঐ বলয়ের বাইরের কিনারার বেগ ভিতরের কিনারার বেগ অপেক্ষা কম হবে।

এখন কথা হলো, ঐ পৃথিবীতে বসে আপনি কোটি মাইল দূরের ঐ বলয়ের ভিতর ও বাইরের কিনারার বেগ কিভাবে পরিমাপ করা যেতে পারে? এটা করা সম্ভব বর্ণালীবীক্ষণ যন্ত্রের পরীক্ষার দ্বারা। শনির বলয় থেকে যে আলো আসে, তাতে পরিষ্কার ক্রনহোকার রেখা দেখা যায়। এখানে ক্রনহোকার রেখা সম্বন্ধে দু-একটা কথা বলা প্রয়োজন। সূর্য থেকে যে আলো আসে, তা একটা প্রিজমের দ্বারা দিয়ে দেখলে সাত রঙের একটা আলোর পট্ট দেখা যায়, যাকে বলে বর্ণালী। যদি কোন বর্ণালীবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে সূর্যের আলো ভাল

ভাবে পরীক্ষা করা যায়, তবে ঐ বর্ণালীর মধ্যে কডকগুলি কালো রেখা দেখা যায়। ঐ কালো রেখাগুলিকেই বলে ক্রনহোকার রেখা। ঐ রেখাগুলির কিছুটা বিশেষত্ব আছে। এই রেখাগুলি দেখে বুঝতে পারা যায়, সূর্যে কি কি বস্তু রয়েছে। কারণ অত্যন্ত গরম অবস্থার যখন কোন বস্তু থেকে নির্গত আলো বর্ণালীবীক্ষণ যন্ত্রের দ্বারা পরীক্ষা করা যায়, তখন তার যে বর্ণালী-রেখা দেখা যায়, অপেক্ষাকৃত কম গরম অবস্থার তার মধ্য দিয়ে সাদা আলো গেলে ঐ বর্ণালী রেখার স্থানে অন্ধকার রেখা পড়ে। উদাহরণস্বরূপ অত্যন্ত গরম অবস্থার সোডিয়াম থেকে যে আলো নির্গত হয়, তার বর্ণালীতে পাওয়া যায় হলুদে আলোর রেখা, অপেক্ষাকৃত কম উত্তপ্ত সোডিয়ামের মধ্য দিয়ে বাওয়া সাদা আলোর বর্ণালীতে যে সাতরঙা আলোর পট দেখা যাবে, তাতে হলুদে বর্ণালী রেখার স্থানে কালো রেখা দেখা যাবে। শনির বলয় থেকে যে আলো আসে, বর্ণালীবীক্ষণ যন্ত্রে তা পরীক্ষা করে ঐরূপ ক্রনহোকার রেখা পাওয়া যায়। শনির বলয়গুলি যদি স্থির অবস্থায় থাকে, তবে তার বর্ণালীতে ক্রনহোকার রেখাগুলির অবস্থান সৌর-বর্ণালীর ক্রনহোকার রেখার অনুরূপ স্থানে হবে। কিন্তু বলয়গুলি যদি আবর্তিত হয়, তবে বলয়ের বাম এবং দক্ষিণ প্রান্তীয় অংশগুলি দৃষ্ট পথের সঙ্গে পরস্পর বিপরীতমুখী হয়ে ছুটেবে। কলে ডপ্লার একফট দেখা যাবে। বলয়ের যে প্রান্তীয় অংশ দর্শকের অভিমুখে ছুটে আসবে, তার বর্ণালীরেখা সরে যাবে বেগুনি আলোর দিকে, আর বলয়ের যে প্রান্তীয় অংশ দর্শকের দৃষ্টপথের বিপরীতমুখে ছুটে যাবে, তার বর্ণালী রেখা সরে যাবে লাল আলোর দিকে। এই সরণ নির্ভর করবে বলয়ের আকর্ষণ-গতির উপর। যদি দ্বিতীয় তত্ত্বানুসারে বলয়গুলি কণা-সমষ্টির দ্বারা গঠিত হয়, তবে বলয়ের ভিতরের কিনারার বেগ বাইরের কিনারার বেগ

অপেক্ষা বেশী হবে, কলে ভিতরের কিনারার জন্তে বর্ণালী-রেখার সরণ হবে বেশী। কিন্তু প্রথম তত্ত্বানুসারে বলয়গুলি যদি কঠিন পদার্থের দ্বারা গঠিত হয়, তবে বিপরীত ফল পাওয়া যাবে।

১৮৯৫ সালে অধ্যাপক কীলার বর্ণালীবীক্ষণ যন্ত্রে পরীক্ষার দ্বারা প্রমাণ করেন—বলয়ের ভিতরের অংশ বাইরের অংশ অপেক্ষা দ্রুত আবর্তিত হচ্ছে। পরে বিজ্ঞানী ডেসলাগারস বলয়ের ভিতরের এবং বাইরের অংশের বেগ পরিমাপ করে ঐ প্রমাণ আরও দৃঢ়তর করেন। ডেসলাগারস ভিতরের বলয়ের বেগ পরিমাপ করেন ২০'১ কিলোমিটার/সেকেন্ড; গণনা অনুসারে এর নির্ণীত বেগ হলো ২১'০ কিলোমিটার/সেকেন্ড। তিনি বাইরের বলয়ের বেগ পরিমাপ করেন ১৫'৪ কিলোমিটার/সেকেন্ড, যেখানে গণনা অনুসারে এর মান হলো ১৭'১ কিলোমিটার/সেকেন্ড।

শনির এই বলয়গুলির মাঝে মাঝে অবলুপ্তি ঘটে অর্থাৎ পৃথিবী থেকে সেগুলিকে দেখা সম্ভব হয় না। এর কারণ আমরা পূর্বেই বলেছি যে, বলয়গুলির বেধ অত্যন্ত পাতলা—তাদের বেধ কুড়ি মাইলের চেয়েও কম। কাজেই উনত্রিংশ বছরে শনিগ্রহ যখন সূর্যকে একবার প্রদক্ষিণ করে, তখন ঐ সময়ের মধ্যে বলয়গুলি দু-বার এমন অবস্থানে থাকে, যাতে সেগুলির তল আমাদের দৃষ্টিপথের সঙ্গে সমান্তরাল হয়। কলে বলয়গুলি একটা রেখার সামিল হয়ে দাঁড়ায়। সেগুলির বেধ অত্যন্ত অল্প হওয়ার সাধারণতঃ দূরবীনে তা ধরা পড়ে না।

এখন কথা হচ্ছে, শনির এই বলয়গুলি কীট হলো কিভাবে? এর সঠিক উত্তর এখনও পাওয়া যায় নি। অনেকের মতে, পূর্বেওটা ছিল শনির নিকটতম উপগ্রহ। অধিক আকর্ষণের টানা-পোড়েনে ওটা গুঁড়িয়ে গিয়ে ঐ অবস্থাপ্রাপ্তি ঘটেছে। কিন্তু একথা খুব বিশ্বাসযোগ্য নয়। গুঁড়িয়ে-বাওয়া গ্রহের টুকরাগুলি নিশ্চয় ছোট-

বড় হতো, ঐ রূপ সমসত্ত্ব বলর নিষ্কর সৃষ্টি হতো না। এই কারণে অনেকে মনে করেন ওটা একটা উপগ্রহ সৃষ্টির প্রথম অবস্থা। বোধ হয় আমাদের সৌরজগতের প্রতিটি গ্রহ-উপগ্রহ ঐ তাবেই সৃষ্টি হয়েছে। একদিন ঐ কণাগুলি একত্রিত

হয়ে সৃষ্টি হবে শনির আর একটি উপগ্রহ। তবে এসবই করা, এর পশ্চাতে জোরালো কোন যুক্তি নেই। তবে এর সঠিক সৃষ্টি-রহস্য মাহুৎ একদিন নিষ্করই জানবে—এই আশার এগিয়ে চলেছে বিজ্ঞানের জয়যাত্রা।

নক্ষত্রের শক্তির উৎস

দেবাশিস দত্ত*

মহাকাশে অজস্র নক্ষত্র ছড়িয়ে রয়েছে। অদ্ভুতরূপে রাতে খালি চোখেও তাদের মহাব্যোমের বুকে অস্তিত্ব লাভ করে অনলস ধৈর্যে জলতে দেখা যায়। তারা সবাই মিলে কোটি কোটি নক্ষত্রের এক বরাট পরিবার রচনা করেছে। আমাদের সূর্যও ঐ পরিবারেরই অন্তর্ভুক্ত। সকলেই সূর্য জ্যোতির্ময়। তাদের অসীম শক্তি সৃষ্টির উৎসমূল কি হতে পারে, তাই আমাদের আলোচনার বিষয়বস্তু।

আমাদের সূর্যের কথাই ধরা যাক। বিজ্ঞানীরা গণনা করে দেখেছেন যে, সূর্যের বয়স কয়েক হাজার কোটি বছর, আত্মমানিক প্রায় $3-4 \times 10^{10}$ বছর। সৌর ধ্রুবকের মান জেনে এবং স্ত্রীকনের বিকিরণ সূত্র ব্যবহার করে সূর্যের বহিরাংশের যে উষ্ণতা নির্ণয় করা হয়েছে, তা প্রায় $6,000^\circ\text{সে.}$ । সূর্যের বহিরাংশের উষ্ণতা এবং যে সকল গ্যাসীয় পদার্থের দ্বারা সূর্যের সৃষ্টি হয়েছে, তাদের তাপ পরিবাহিতার মান জেনে সূর্যের কেন্দ্রের উষ্ণতাও বের করা হয়েছে, তা বহিরাংশের উষ্ণতার বেশ কয়েক হাজার গুণ বেশী—আত্মমানিক প্রায় $20,000,000^\circ\text{সে.}$ । গণনা করে দেখানো সম্ভব যে, প্রতি সেকেন্ডে সূর্যের আলোক ও উত্তাপের বিকিরণের পরিমাণ প্রায় 9×10^{38} ক্যালোরি

অর্থাৎ প্রতি সেকেন্ডে বিকিরিত সৌর শক্তির পরিমাণ প্রায় 4×10^{33} আর্গ। এখন যদি আমরা উপরিউক্ত বিকিরিত শক্তিকে সৌর-বস্তুরই রূপান্তর বলে ধ্রুমনে করি, তাহলে আইন-স্টাইনের 'ভর-শক্তি সূত্র' প্রয়োগ করে সৌরবস্তুর ভর হ্রাসের পরিমাণ নির্ণয় করতে পারি। উপরি-উক্ত সূত্রানুযায়ী প্রতি সেকেন্ডে প্রায় 4.4×10^{12} গ্রাম সৌরবস্তু শক্তিতে রূপান্তরিত হচ্ছে। কিন্তু সূর্যের ভর আত্মমানিক প্রায় 2×10^{33} গ্রাম। এতদিনে সূর্যের নিশ্চিহ্ন হয়ে বাবারই কথা। আশ্চর্যের বিষয় এই যে, বিগত কোটি কোটি বছরে সূর্যের বহিরাংশের উষ্ণতার তারতম্য পর্যন্ত ঘটে নাই। সূত্রাং উপরিউক্ত মতবাদ গ্রহণযোগ্য নয়।

আমরা জানি যে, যখন বস্তু সঙ্কুচিত ও ঘনীভূত হয়, তখন সেই বস্তুনিণ্ডের নিষ্কৃতের অণু-পরমাণুগুলির সংঘর্ষে তাপ নির্গত হয়। সঙ্কোচন-জনিত এই তাপ-শক্তিকে সূর্যের বিকিরণের ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় শক্তির উৎস বলে ধারণা করা কিছুমান আশ্চর্য নয়। কিন্তু এই তত্ত্বানুযায়ী সূর্যের

*পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ, তত্ত্বানীপুত্র এডুকেশন সোসাইটি কলেজ, কলিকাতা-20

বর্তমান বয়স হচ্ছে মাত্র ৫ কোটি বছর। কাজেই এই উক্তকেও সঠিক বলে মনে করা যায় না।

বেধে এবং তাইন্সাকার সর্বপ্রথম সৌর-শক্তির উৎসের পরিপূর্ণ ব্যাখ্যা দিতে সক্ষম হন। তাঁদের মতে, সূর্যের কেন্দ্রে অতি প্রচণ্ড উষ্ণতা ছেঁছ, যে পারমাণবিক কেন্দ্রিক বিক্রিয়া ঘটে থাকে, একমাত্র উজ্জ্বল শক্তিই এই অসুরন্ত শক্তির উৎস হতে পারে।

বোরের তত্ত্বানুযায়ী কোন একটি বস্তুকণা যখন একটি পারমাণবিক কেন্দ্রীনের সঙ্গে সংঘর্ষ ঘটায়, তখন প্রথমে একটি অস্থায়ী যৌগিক কেন্দ্রীনের সৃষ্টি হয়। পরে তা বিভাজনের ফলে নতুন একটি স্থির কেন্দ্রীন, একটি চলমান বস্তুকণা অথবা আলোককণা (Photon অর্থাৎ γ -ray) এবং প্রচুর পরিমাণ শক্তির উদ্ভব হয়ে থাকে। এই জাতীয় বিক্রিয়াগুলিকে তাপ-কেন্দ্রিক বিক্রিয়া (Thermo-nuclear reaction) নামে অভিহিত করা হয়েছে, কারণ উপরিউক্ত পরিবর্তনগুলি একান্তভাবে উষ্ণতার উপর নির্ভরশীল। সাধারণভাবে যে কোন কেন্দ্রিক বিক্রিয়াকে আমরা

$$a + b \rightarrow c + d + e$$

সমীকরণের দ্বারা সূচিত করতে পারি। এখানে a হচ্ছে সংঘর্ষকারী বস্তুকণা, b স্থির কেন্দ্রীন, c অস্থায়ী যৌগিক কেন্দ্রীন, d চলমান বস্তুকণা এবং e নতুন স্থির কেন্দ্রীন। যদি m_1, m_2, m_3 , এবং m_4 যথাক্রমে সংঘর্ষকারী বস্তুকণা, স্থির কেন্দ্রীন, চলমান বস্তুকণা এবং নতুন স্থির কেন্দ্রীনের ভর এবং e_1, e_2 , ও e_3 সংঘর্ষকারী বস্তুকণা, চলমান বস্তুকণা ও নতুন কেন্দ্রীনের শক্তির পরিমাণ হয়ে থাকে, তাহলে শক্তির নিত্যতা সূত্রানুসারে উপরিউক্ত পরিবর্তনকে আমরা নিম্নলিখিতভাবে উপস্থাপিত করতে পারি।

$$(e_1 + m_1) + m_2 = (e_2 + m_3) + (e_3 + m_4)$$

$$\text{অথবা } m_1 + m_2 - m_3 - m_4 = e_3 + e_2 - e_1$$

অর্থাৎ বিক্রিয়ার পূর্ববর্তী ভর—বিক্রিয়ার পরবর্তী ভর
= বিক্রিয়ার পরবর্তী শক্তি—বিক্রিয়ার পূর্ববর্তী শক্তি

অর্থাৎ ভর পরিবর্তন—বিক্রিয়া-উৎপন্ন শক্তি

অর্থাৎ ভরের পরিবর্তনই হচ্ছে উৎপন্ন শক্তির পরিমাণ।

বোর-হাইলার অনুযায়ী কেন্দ্রিক বিক্রিয়ার ব্যাখ্যা করা যায়। তাঁদের মতবাদানুযায়ী পরমাণুর একটি কেন্দ্রীন এবং কোন তরলের একটি বিন্দু একগোত্রীয়। এই ধারণার পক্ষে যৌক্তিকতা এই যে, উভয়েই নিবিড় বস্তুকণার সমষ্টি, উভয়েরই ঘনত্ব প্রবচনশীল এবং উভয়েরই অভ্যন্তরে ক্ষুদ্র-দূরত্ব বল জীয়াশীল। এই সকল বিশেষ কেন্দ্রিক ধর্মের জন্তে সংঘর্ষকারী বস্তুকণার সংগৃহীত নিজস্ব শক্তি অতি শীঘ্র উৎপন্ন অস্থায়ী যৌগিক কেন্দ্রীনের কণাগুলির ভিতরে বিভক্ত হয়ে যায়। এতোক কণারই কিছু পরিমাণ শক্তি সঞ্চার থাকলেও যতক্ষণ পর্যন্ত কোন একটি কণা অপর কণাগুলির নিকট থেকে বৃষ্টি শক্তি সংগ্রহ করতে না পারে, ততক্ষণ পর্যন্ত কেন্দ্রীন থেকে উৎক্লিষ্ট হতে পারে না।

এই সকল বিক্রিয়া সম্পন্ন করতে হলে সংঘর্ষকারী কণার গতিবেগ অত্যন্ত অধিক হওয়া আবশ্যিক। তা না হলে সেগুলি স্থির বৈদ্যুতিক বিকর্ষণ থেকে মুক্ত হতে পারবেনা। কেবলমাত্র অতি প্রচণ্ড উষ্ণতায়ই ঐরূপ কণা থাকা সম্ভব। সূর্যের কেন্দ্রের উষ্ণতা ঐরূপ কেন্দ্রিক বিক্রিয়ার উপযোগী। এই বিক্রিয়ার ফলে যে শক্তি উদ্ভূত হয়, তাই বিকিরণে রূপান্তরিত হয়ে থাকে।

বিভিন্ন কেন্দ্রিক বিক্রিয়ার ত্রুটি লক্ষ্য করে এবং সূর্যে হাইড্রোজেনের পরিমাণ (প্রায় 35%) নির্ণয় করে বেধে প্রমাণ করেছেন যে, একটি 'কার্বন-নাইট্রোজেন বিবর্তন-চক্র'ই সৌরশক্তির উৎস। এই চক্রটি এক সারি কেন্দ্রিক বিক্রিয়ার দ্বারা গঠিত এবং ঐ সকল বিক্রিয়ার কার্বন ও

নাইট্রোজেনের সান্নিধ্যে হাইড্রোজেন হিলিয়ামে রূপান্তরিত হয়ে থাকে। প্রতিটি বিক্রিয়াতেই একটি হাইড্রোজেন পরমাণু অর্থাৎ প্রোটন সংঘর্ষকারী কণার অংশ গ্রহণ করে থাকে। সৌর শক্তির উৎসের এই ব্যাখ্যা সকল নক্ষত্রের ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য।

সৃষ্টিতত্ত্বের বর্তমান মতবাদানুযায়ী নক্ষত্রগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অসীম বস্তুকণার সমন্বয়ে গঠিত। মাধ্যাকর্ষণের প্রভাবে তাদের যে সংকোচন হয়, তার ফলে তাদের অভ্যন্তরে শক্তি ও উত্তাপের সৃষ্টি হয়। এই উত্তাপে দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু পরস্পরের মধ্যে বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেনের একটি আইসোটোপ ডয়টেরিয়ামের সৃষ্টি করে এবং তা পুনরায় দুটি হাইড্রোজেন পরমাণুর সঙ্গে বিক্রিয়া করে একটি হিলিয়াম পরমাণুর সৃষ্টি করে। কয়েক লক্ষ বছর অতীত হবার পর যখন সমস্ত

ডয়টেরিয়াম নিঃশেষিত হয়ে যায়, তখন নক্ষত্রগুলি পুনরায় সঙ্কুচিত হয় এবং উষ্ণতা আরও বৃদ্ধি পায়। এই সময়ে লিথিয়াম, বেরিলিয়াম ইত্যাদি ধাতুর সঙ্গে হাইড্রোজেন পরমাণুর সংঘর্ষ ঘটে থাকে এবং প্রচুর শক্তির উদ্ভব হয়। পুনরায় যখন উপরিউক্ত সকল মৌলই নিঃশেষিত হয়ে যায়, তখন নক্ষত্রগুলি পুনরায় সঙ্কুচিত হয় এবং উষ্ণতা আরও বৃদ্ধি পেয়ে থাকে (প্রায় 2 কোটি ডিগ্রী সে.)। এই উষ্ণতা কার্বন ও নাইট্রোজেনের প্রভাবে হাইড্রোজেনকে হিলিয়ামে পরিণত করবার উপযোগী। কিন্তু পোনঃপুনিক এই বিক্রিয়ার কার্বন ও নাইট্রোজেনের কোন ব্যয় হয় না। কাজেই যতদিন পর্যন্ত নক্ষত্রগুলিতে হাইড্রোজেন সঞ্চিত থাকবে, ততদিন পর্যন্ত তাদের আয়তন দীপ্তিমান দেখবে।

তেজস্ক্রিয়তা

অমলচন্দ্র সাহা*

সেদিন আকাশ ছিল মেঘাচ্ছন্ন। তাই আর কটোর প্রেটটা ডেভেলপ করা হলো না। ক'দিন পরে পরীক্ষাগারে এসে হেনরি বেকারেল (1852-1908) কটোর প্রেটটা খুব সতর্কতার সঙ্গে ডেভেলপ করে এক অপ্রত্যাশিত ব্যাপার দেখে হতভম্ব হয়ে গেলেন। গবেষণাগারে কালো কাগজে মোড়া কটোর প্রেটের উপর সামান্য পরিমাণে যে ইউরেনিয়ামের বৌগ রাখা ছিল, কটোর প্রেটে তারই এক ছব্ব ছিন্ন দেখতে পেলেন। পরীক্ষাটি তিনি বার বার করে দেখলেন। প্রতিবারই একই রকম ফল পাওয়া গেল। এর ফলে তিনি এই সিদ্ধান্তে উপনীত হলেন যে,

কটোর প্রেটটা কালো কাগজে মোড়া থাকলেও ইউরেনিয়ামের মধ্যে এমন কোন গুপ্ত রশ্মির উৎস রয়েছে, বাইরের কোন প্রভাব ব্যতিরেকেই বা থেকে একটা অদৃশ্য রশ্মি সর্বদা বের হতে থাকে। এর পর ইউরেনিয়াম নিয়ে পরীক্ষা-নিরীক্ষা আরম্ভ করেন কন্সতান্টিন বিজানী গিঁয়ের কুরী ও তাঁর পোলিশ সহধর্মিণী বেরী কুরী। তখনকার দিনে পিচব্লেন্ড থেকেই পাওয়া যেত

* অমল ইতিহাস ইনস্টিটিউট অব হাইজিন
অ্যাণ্ড পাব্লিক হেলথ, রুম নং-107,
110, চিত্তরঞ্জন অ্যাডমিনিস্ট্রেশন, কলিকাতা-12

তেজস্ক্রিয় খাতু ইউরেনিয়াম। পিচব্লেন্ড হচ্ছে এক প্রকার খনিজ পদার্থ। কুরীদম্পতি লক্ষ্য করেন যে, পিচব্লেন্ড থেকে ইউরেনিয়াম খাতু বের করে নেবার পরেও পরিত্যক্ত পিচব্লেন্ডের তেজস্ক্রিয়তা হ্রাস পায় না। এর কারণ অস্থ-সন্ধান করতে গিয়ে আবিষ্কৃত হলো আর একটি তেজস্ক্রিয় খাতু পোলোনিয়াম। ম্যাডাম কুরীর জন্মভূমি পোল্যান্ডের নামানুসারে এর নাম রাখা হয়েছিল পোলোনিয়াম। শুধু একটি আবিষ্কার করেই কুরীদম্পতি ক্লান্ত হলেন না। অক্লান্ত পরিশ্রম ও অধ্যবসায়ের ফলে ১৯০২ সালে পিচব্লেন্ড থেকে আবিষ্কৃত হলো তেজস্ক্রিয় খাতু রেডিয়াম।

রেডিয়াম হচ্ছে সমপরমাণু ইউরেনিয়াম থেকে প্রায় দশ লক্ষ গুণ বেশী তেজী। এক টন পিচব্লেন্ড থেকে মাত্র কয়েক ডেসিগ্রাম বিশুদ্ধ রেডিয়াম খাতু পাওয়া যায়। ১৯০৩ সালে বেকারেলের সঙ্গে কুরীদম্পতি পদার্থবিজ্ঞান নোবেল পুরস্কার অর্জন করেছিলেন। কিন্তু হৃৎকের বিষয় এই যে, এর কিছু দিন পরেই দুর্ঘটনার অধ্যাপক পিঁয়ের কুরীর অকাল মৃত্যু ঘটে। ১৯১১ সালে মাদাম কুরী রসায়নবিজ্ঞান নোবেল পুরস্কার লাভ করলেন। ইতিমধ্যে আরও দু-একটি তেজস্ক্রিয় মৌলিক পদার্থ বিজ্ঞানীরা আবিষ্কার করতে সক্ষম হলেন। ১৮৯৩ সালে স্মিট (Schmidt) আবিষ্কার করেন থোরিয়াম, আর ১৯০০ সালে ডে-বের্নে (Deberne) আবিষ্কার করেন অ্যাক্টিনিয়াম। ১৯০৭ সালে বিজ্ঞানী হান ও বোর্ট উভয় স্বতন্ত্রভাবে আবিষ্কার করেন আরো-নিয়াম। ১৯৩২ সালে হেভেসি ও পল্ দেখান যে, সামারিয়াম হচ্ছে একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ। ১৮৬৯ সালে রাশিয়ান বিজ্ঞানী মেণ্ডেলিফ (১৮৬৯-১৯০৭) পর্যায়-সূত্র ও পর্যায়-সারণী প্রবর্তন করেন। বর্তমানে পর্যায়-সারণীতে আছে বিরাটসুইট মৌলিক পদার্থের নাম। সবার প্রথমে আছে হাইড্রোজেন, আর সবার শেষে

আছে ইউরেনিয়াম। এছাড়া আছে আরও বারোটি ইউরেনিয়ামোত্তর মৌল (Transuranic element)। ইউরেনিয়ামোত্তর মৌলের (যার পারমাণবিক সংখ্যা বর্তমানে ৯৩ থেকে ১০৪ পর্যন্ত) নিউক্লিয়াসগুলির অর্ধ-জীবনকাল খুব হ্রাস। এগুলির নাম হচ্ছে :—

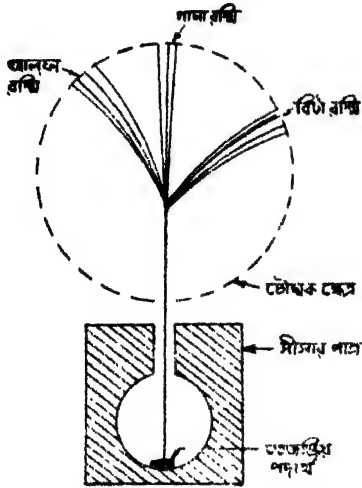
- ৯৩ নেপচুনিয়াম
- ৯৪ প্লুটোনিয়াম
- ৯৫ আমেরিসিয়াম
- ৯৬ কুরীয়াম
- ৯৭ বার্কেলিয়াম
- ৯৮ ক্যালিকোনিয়াম
- ৯৯ আইনষ্টিনিয়াম
- ১০০ বের্মিয়াম
- ১০১ মেণ্ডেলিভিয়াম
- ১০২ নোবেলিয়াম
- ১০৩ লরেন্সিয়াম
- ১০৪ নুট্রাটোনিয়াম

আশা করা যাচ্ছে, আগামী কয়েক বছরের মধ্যে বিজ্ঞানীরা আরও কিছু অতি ভারী মৌলিক পদার্থ (মানে হচ্ছে ত্রিশ-পঁয়ত্রিশটি) আবিষ্কার করতে সক্ষম হবেন।

বিজ্ঞানীদের বিভিন্ন পরীক্ষার জানা যায় যে, তেজস্ক্রিয়তার হ্রাস বা বৃদ্ধি, চাপ তাপ আদ্যকার বা আলোকের প্রভাবে প্রভাবিত করা যায় না। তাই বিশেষ কয়েকটি মৌলিক পদার্থের স্বতঃস্ফূর্ত তেজ-বিকিরণের বিশেষ গুণকে বলা হয় তেজ-ক্রিয়তা। মৌলিক পদার্থ ইউরেনিয়াম, থোরিয়াম, প্লুটোনিয়াম, রেডিয়াম প্রভৃতি হচ্ছে তেজস্ক্রিয় পদার্থ। রাদারফোর্ড (১৮৭১-১৯৩৭) দেখতে পান, তেজস্ক্রিয় পদার্থ অতি অল্প তাপে বায়ুশূন্য সীসার কক্ষে অতি শক্তিশালী চৌম্বক ক্ষেত্রে রাখলে তেজস্ক্রিয় পদার্থের তেজ বিকিরণ হয় এবং অদৃশ্য রশ্মিসমূহের অবিকাংশই চৌম্বক শক্তির প্রভাবে তিন তাপে বিভক্ত হয়।

(1নং, চিত্র)। গ্রীক বর্ণমালার তিনটি বর্ণের সাহায্যে নির্গত রশ্মিসমূহের নাম রাখা হয়েছে—1। আল্ফা রশ্মি, 2। বিটা রশ্মি এবং 3। গামা রশ্মি।

আল্ফা রশ্মি প্রবাহের সময় চৌম্বক ক্ষেত্রে সামান্য বেকে যায় এবং ধনাত্মক তড়িৎ-কণা দিয়ে তা গঠিত। বিটা রশ্মি বেশী বেকে যায় এবং ঋণাত্মক তড়িৎসম্পন্ন ইলেকট্রন দিয়ে তা তৈরি। আর গামা রশ্মি চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাব উপেক্ষা করে সোজা বেরিয়ে যায়। পরীক্ষার দ্বারা আরও জানা গেছে যে, আল্ফা রশ্মি হচ্ছে নিষ্ক্রিয় মৌলিক পদার্থ হিলিয়াম পরমাণুর দ্রুত খাবিত স্রোতমাত্র। হিলিয়ামের



1 নং চিত্র

পারমাণবিক ভার হলো চার এবং আধান ধনাত্মক তড়িৎসম্পন্ন। আধানের মাত্রা হলো প্রায় 9.58×10^{-10} e. s. u.। নির্গত আল্ফা রশ্মির বেগও প্রচণ্ড—এমন কি, আলোর বেগের চেয়েও বেশী। আলোর বেগ প্রতি সেকেন্ডে প্রায় তিন লক্ষ কিলোমিটার। কোন তেজস্ক্রিয় মৌল থেকে প্রতি সেকেন্ডে কতটা আল্ফা কণা বেরোয়, তা গাইগার-মুলার কাউন্টার, স্পিনথ্যারিওপ বা ক্রাউড চেম্বারের সাহায্যে নির্ণয় করা যায়। রাবারকোর্ড ও গাইগারের

পরীক্ষার দেখা গেছে যে, এক গ্রাম রেডিয়াম থেকে সেকেন্ডে প্রায় 0.7×10^{10} সংখ্যক (বা 37000,000,000) আল্ফা কণা নির্গত হয়। কোন তেজস্ক্রিয় মৌলিক পদার্থ থেকে আল্ফা কণা বেরিয়ে যাবার পর মৌলিক পদার্থটির তেজস্ক্রিয়তা ক্রমশঃ হ্রাস পেতে থাকে এবং আদি মৌলটির রূপান্তর ঘটে। রেডিয়ামের পারমাণবিক ভার হচ্ছে 226। রেডিয়াম থেকে আল্ফা রশ্মি বেরিয়ে যাবার পরে তা হয়ে যায় নিষ্ক্রিয় মৌলিক পদার্থ রেডন, যার পারমাণবিক ভার 222। কিন্তু সাধারণ মৌলিক পদার্থের বেলায় আমরা সে রকম কোন রূপান্তর দেখতে পাই না। যেমন—তামা চিরকাল তামাই থাকে, তামাকে কখনও সোনা করা যায় না।

কোন তেজস্ক্রিয় মৌলিক পদার্থের তেজস্ক্রিয়তা কি হারে হ্রাস পেতে থাকে, তার একটা হিসাব আমরা পেতে পারি সামান্য একটা সূত্রের সাহায্যে। যদি ধরা হয়,

N_0 = পর্ববেকনের প্রথম একক সময়ে নির্গত

আল্ফা কণার সংখ্যা।

N_t = পর্ববেকনের t সময় অতিক্রান্ত হবার পর আল্ফা কণার সংখ্যা একক সময়ে।

t = সময়

λ = ক্ষয়-ধ্রুব সংখ্যা (Decay-Constant)

e = ভাচার্যাল লগারিদম-এর ভূমি

তাহলে,

$$N_t = N_0 e^{-\lambda t}$$

কিন্তু সমীকরণটি সমাধান করে দেখা যায় যে, কোন তেজস্ক্রিয় পদার্থের তেজস্ক্রিয়তা হ্রাস পাবে (অর্থাৎ $N_t = 0$) অনন্তকাল পরে (অর্থাৎ $t = \infty$)। এটা বাস্তবক্ষেত্রে হিসাব করা সম্ভব নয়। সে জন্তে সিদ্ধান্ত নেয়া হলো যে, কোন তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধ-পরিমাণ যে সময়ে ব্যরিত হয়, সেই সময়কে (T) যদি অর্ধ-আয়ুস্কাল ধরা

$$\text{হয়, তবে } N_t = \frac{N_0}{2}$$

$$\text{তখন } \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T}$$

$$\text{অথবা, } \frac{1}{2} = e^{-\lambda T}$$

$$\text{অথবা, } e^{\lambda T} = 2$$

উভয় পক্ষের লগারিদম নিয়ে,

$$\log_e (e^{\lambda T}) = \log_e 2$$

$$\text{অথবা, } \lambda T = \log_e 2$$

$$\text{অতএব, } T = \frac{\log_e 2}{\lambda} = \frac{0.695}{\lambda}$$

এবার দেখা যাক, তেজস্ক্রিয় পদার্থ রেডিয়ামের অর্ধ-আয়ুষ্কাল কত। রাদারফোর্ড ও গাইগারের পরীক্ষায় জানা যায় যে, এক গ্রাম রেডিয়াম এক সেকেন্ডে প্রায় 3.7×10^{10} আলফা কণা ছেড়ে দেয়। আর এক গ্রাম রেডিয়ামে 2.7×10^{21} সংখ্যক পরমাণু থাকে।

$$\lambda R_a = \frac{3.7 \times 10^{10}}{2.7 \times 10^{21}} = 1.37 \times 10^{-11} \text{ sec.}^{-1}$$

$$T R_a = \frac{0.695}{\lambda R_a} = \frac{0.695}{1.37 \times 10^{-11}} \text{ sec.}$$

$$= 5 \times 10^{10} \text{ sec.} = 1600 \text{ বছর}$$

সুতরাং রেডিয়ামের অর্ধ-আয়ুষ্কাল হচ্ছে ১৬০০ বছর। আবার এক গ্রাম ইউরেনিয়াম থেকে এক সেকেন্ডে প্রায় 1.25×10^4 আলফা কণা নির্গত হয়।

$$\text{সুতরাং, } \lambda U = 5 \times 10^{13} \text{ Sec.}^{-1}$$

$$\text{অতএব, } T U = \frac{0.695}{\lambda U} = 1.45 \times 10^{17} \text{ Sec.}$$

$$= 4.4 \times 10^9 \text{ বছর}$$

দেখা যাচ্ছে, ইউরেনিয়ামের অর্ধ-আয়ুষ্কাল চার-শ' চল্লিশ কোটি বছর।

বিটা রশ্মি ইলেকট্রন কণিকার এক দ্রুত গতি-সম্পন্ন প্রোট। বিটা রশ্মি অ্যালুমিনিয়াম ও অস্ত্রের পাতলা পাত অনায়াসে তেজ করে চলে যেতে

পারে। আর গামা রশ্মি হলো এক প্রকারের অদৃশ্য ক্ষুদ্র তরঙ্গের আলোক রশ্মি। গামা রশ্মির তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য হলো প্রায় 10^{-8} সেন্টিমিটার থেকে 10^{-11} সেন্টিমিটার পর্যন্ত।

মানুষের শরীরের উপর তেজস্ক্রিয়তার অসীম প্রভাব। অসাধারণতঃ বশতঃ একবার পকেটে তেজস্ক্রিয় ধাতু রেডিয়াম রেখে রেইস নামে একজন তরুণ বিজ্ঞানীর অকালমৃত্যু ঘটে। বিজ্ঞানী বেকারেল ভ্রমবশতঃ এক টুকরা রেডিয়াম ধাতু পকেটে রেখে পরে দেখেন যে, পকেট-সংলগ্ন দেহের চামড়ার উপর পোড়া দাগবিশিষ্ট ক্ষতের সৃষ্টি হয়েছে। পিঁয়ের কুরী ও ম্যাডাম কুরী তেজস্ক্রিয় ধাতু নিয়ে গবেষণা করবার সময় দেখতে পান যে, বহু বার তাঁদের হাতের আঙ্গুল ক্ষত-বিক্ষত হয়েছে।

বর্তমানে বিভিন্ন দেশে বহু ব্লক স্থায়ী কৃত্রিম তেজস্ক্রিয় পদার্থ তৈরি হচ্ছে। কৃত্রিম তেজস্ক্রিয় পদার্থ প্রস্তুত করবার সময় প্রয়োজন হয় সাইক্লোট্রোন, বিট্রোট্রোন বা সর্বাধুনিক প্রোটন সিনক্রোট্রোন বন্দ। এই বস্ত্রের সাহায্যে প্রোটন, নিউট্রন, ডয়টেরন বা কোন কোন সময়ে আলফা কণিকাকে চল্লিশ লক্ষ ইলেকট্রন ভোল্ট থেকে প্রায় এক-শ' কোটি ইলেকট্রন ভোল্টে উত্তেজিত করা হয়। অতঃপর সেই উত্তেজিত কণিকার দ্বারা প্রচণ্ডভাবে আঘাত করা হয় মৌলিক পদার্থ সোডিয়াম, আরগোভিন, ক্রোমিয়াম, কোবাল্ট বা কার্বনের নিউক্লিয়াসকে, যার ফলে উচ্চ পদার্থগুলি কৃত্রিম তেজস্ক্রিয় পদার্থে পরিণত হয়। তেজস্ক্রিয় বা কৃত্রিম তেজস্ক্রিয় পদার্থের মধ্যে কয়েকটি চিকিৎসা ক্ষেত্রে বিশেষভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। কৃত্রিম তেজস্ক্রিয় কোবাল্ট প্রচণ্ড গামা রশ্মি বিকিরণ করে। সেই প্রথম গামা রশ্মির সাহায্যে যন্ত্রকের টিউমার ও ফুসফুসের ক্যান্সার সহজেই নিরাসন্ন করা যায়। দুরারোগ্য ক্যান্সার ব্যাধি মিথারনে ব্যবহার করা হয় তেজস্ক্রিয় ধাতু

রেডিয়াম এবং কৃত্রিম তেজস্ক্রিয় 'সোডিয়াম। তাছাড়া কৃত্রিম তেজস্ক্রিয় আরোডিন, তেজস্ক্রিয় পটাসিয়াম, তেজস্ক্রিয় কোমিয়াম, তেজস্ক্রিয় স্ট্রনসিয়াম বিভিন্ন ব্যাধির চিকিৎসার বিশেষ কল-প্রদ। একটা আনন্দের কথা হচ্ছে এই যে, আমাদের দেশও তেজস্ক্রিয় ধাতুর ব্যবহারে পিছিয়ে নেই।

কলিকাতার চিত্তরঞ্জন ক্যান্সার হাসপাতাল, চিত্তরঞ্জন জ্ঞানজ্ঞান ক্যান্সার রিসার্চ সেন্টার, মেডিক্যাল কলেজ ও হাসপাতালের সুযোগ্য চিকিৎসকমণ্ডলী এবং কলাকুশলীযুগলের তত্ত্বাবধানে সাকল্যের সঙ্গে বিশেষ করে কটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ রোগ নিরাময়ে ব্যবহৃত হচ্ছে।

মঙ্গলগ্রহে অভিযান

অলকরঞ্জন বসুচৌধুরী

প্রতিদিন পূর্বাকাশে যে লাল নক্ষত্রটি দেখা যায়, মাহুঘের মহাশুভ্র বিজয়ের বহু আগেই এখানে বুদ্ধিদীপ্ত প্রাণীর অস্তিত্ব সম্পর্কে বহু গল্পের অব-তারণা হয়েছিল। তাই দূরবীন দিয়ে বিজ্ঞানীরা যখন এর গায়ে নানারকম লাল-কালো রেখা দেখতে পেলেন, তখন সকলেই ভাবলো এগুলি নিশ্চয়ই মঙ্গলগ্রহের অধিবাসীদের তৈরি খাল-বিল, বদিও প্রকৃতপক্ষে তা নয়। মঙ্গলগ্রহের ব্যাস পৃথিবীর ব্যাসের অর্ধেক আর এর আকাশে রয়েছে দুটি উপগ্রহ—কোবোস আর ডিমস। মঙ্গলের একদিন হচ্ছে 24 ঘণ্টা 37 মিনিট আর তার বছর হয় 687 দিনে। পৃথিবী থেকে প্রায় তেরো কোটি মাইল দূরে বসে এতদিন এই গ্রহটি বিজ্ঞানীদের প্রলুব্ধ করেছে এবং গল্পলেখকদের প্রেরণা জুগিয়েছে।

যে ব্যক্তি মঙ্গলগ্রহ সম্পর্কে বৈজ্ঞানিক সত্য কিছুই জানে না, তারও নিজের অজান্তসারে এমন একটা ধারণা রয়ে গেছে যে, মঙ্গলগ্রহে বুদ্ধিদীপ্ত প্রাণী থাকতে পারে। মঙ্গলগ্রহ তাই বহুদিন থেকেই মাহুঘের আত্মীয়। চাঁদ মাহুঘের বেশী সাধনে আছে, সে মাহুঘের সাহিত্য ও সংস্কৃতিতে স্থানও লাভ করেছে, কিন্তু চাঁদের

দেশে মাহুঘ প্রাণের অস্তিত্ব কর্তব্য করে না। এই দিক দিয়ে এই মঙ্গলগ্রহ দূরে থেকেও বেশী কাছাকাছি। বিংশ শতাব্দীর প্রথম দশকে জ্যোতির্বিজ্ঞানী অধ্যাপক লোরেল ঘোষণা করেন যে, তিনি মঙ্গলগ্রহে একাধিক খাল দেখেছেন। আর যেহেতু এগুলি জ্যামিতিক আকারবিশিষ্ট, অতএব নিশ্চয়ই এগুলি উন্নত প্রাণীর দ্বারা তৈরি হয়েছে। তাঁরা দূরবীনের সাহায্যে দেখলেন যে, এক লাল আবরণে ঢাকা রয়েছে মঙ্গলগ্রহ।

লোরেলের সিদ্ধান্তের প্রতিবাদ এলো বার্নার্ড ও পিকারিং-এর কাছ থেকে। পিকারিং-এর বক্তব্য হচ্ছে—শুধু জ্যামিতিক আকারের জন্তেই মঙ্গল-গ্রহকে বুদ্ধিমান জীবের আবাস বলে ধরা যায় না, কত প্রাকৃতিক জিনিষও তো জ্যামিতিক পারিপাট্য দেখা যায়। শনিগ্রহের বলয়টিও কি কোন প্রাণীর স্রষ্টি? একটি ফুলের পাপড়িতেও কি জ্যামিতিক নৈপুণ্য কিছু কম? মঙ্গলের পরি-বেশে না গিয়ে তার বিবর্তন ধারা বা কেনে শুধু ড্রাকটুস্ম্যানের ফেলে আঁকা কতকগুলি দাগ দেখেই এসব বিচার করা চলে না।

আরও নানারকম অভিযতের কথা শোনা মেল। লোরেল মানবদ্বিরের জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা বললেন,

মঙ্গলের বায়ুমণ্ডল (গভীরতা ৫০ মাইল) অনেকটা পৃথিবীর মতই—কেবল জলীয় বাষ্প খুব বেশী। লিক মানমন্দিরের জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা বললেন—না, জলীয় বাষ্প ওখানে থাকলেও তা নগণ্য। মাউন্ট উইলসন মানমন্দিরের জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা বললেন—না, মঙ্গলে জলীয় বাষ্পও নেই, অক্সিজেনও নেই।

১৯৫৪ সালে ই. সি. সিকার দক্ষিণ আফ্রিকার ব্লফো মানমন্দির থেকে মঙ্গলগ্রহের কুড়ি হাজার ছবি ভুলে সিদ্ধান্ত করলেন যে, সেখানে প্রাণী আছে এবং ঋতুর পরিবর্তনও হয়। জ্যোতির্বিজ্ঞানী ডক্টর রিচার্ডসন ১৯৫৬ সালের ১০ই সেপ্টেম্বর খুব নিকট থেকে মঙ্গলগ্রহের ছবি ভুলেছিলেন। তিনি তাতে কতকগুলি নীল রেখা দেখে বললেন, সেখানে অনেক নদী-খাল-বিল আছে।

মঙ্গলগ্রহ, না রহস্য গ্রহ? সৌম্যহীন রহস্য, তার কোন সমাধান হয় নি। দূরবীক্ষণ যন্ত্রে অনেকে যে সমুদ্র বা স্থলিশাল জলরাজ্য দেখেছিলেন, সে কি ভুল—তুখু মারা? বিস্তীর্ণ কালো এলাকাটা যদি জলরাজ্যই হয়, তবে মধ্যাহ্নেও সেই জলের গভীরে সূর্যের ছায়াপাত একদিনও হয় না কেন? এ কি স্পেক্ট্রোমিটারের গলদ—না মঙ্গলের লোহিতাবরণের ছলনা? স্তরে স্তরে যে বেঘপুঞ্জকে মঙ্গলগ্রহের আকাশে ঘুরে বেড়াতে দেখা গেছে, তা কি নিত্য চোখের ভুল? মঙ্গলগ্রহ রহস্যময়ী—দূর থেকে তার কিছুই বোঝবার উপায় নেই। তাই তার সাধনে গিরে তাকে দেখে আসতে হবে।

মহাকাশচারণার যুগে সে সুযোগ পাওয়া গেল। মহাকাশযান দূরপাল্লার যাত্রা করতে সক্ষম, কিন্তু তাতেও রহস্যের কিছুমাত্র সুরাহা হলো না। সর্বশেষ দক্ষিণ লাত্র হলো মেরিনার-৭-এর। অনেক নতুন তথ্য সে পৃথিবীতে পাঠিয়েছে, কিন্তু রহস্যের সমাধান তেমন কিছু একটা করতে পারে নি।

মঙ্গলের উদ্দেশ্যে রাশিয়ার প্রথম মহাকাশ-

যান জোও-১ উড়লো ১৯৬২-এর ১লা নভেম্বর। ১২ কোটি কুড়ি লক্ষ মাইল পাড়ি ঘেঁষার পর পৃথিবীর সঙ্গে তার বেতার যোগাযোগ ছিন্ন হয়ে যায়। ১৯৬৩ সালের ফেব্রুয়ারীতে রাশিয়ার মঙ্গল-৭ নামে আরেকটি সন্ধানী-রকেট উৎক্ষেপণ করে। সেই বছরই মার্চ মাসে যুক্তরাষ্ট্র তিন টন ওজনের একটা দূরবীন পৃথিবীর পনেরো মাইল উর্ধ্বে উৎক্ষেপণ করে। এর স্বয়ংক্রিয় যন্ত্রপাতির সাহায্যে জানা গেল যে, এই গ্রহের প্রবল বায়ুবেগমন্ডল আবহমণ্ডলে জলীয় বাষ্প শতকরা একভাগেরও কম। এই আবহাওয়ার মাত্রা বীচতে পারে না।

১৯৬৪ সালে ৫ই নভেম্বর যুক্তরাষ্ট্র মেরিনার-৩ মঙ্গলের দিকে উৎক্ষেপণ করতে গিয়ে ব্যর্থ হয়। আবার ২৮শে নভেম্বর যুক্তরাষ্ট্র মেরিনার-৪ মহাকাশে পাঠায়। সেটির ওজন ছিল ৫৭৫ পাউণ্ড—এতে একটা টেলিভিশন ক্যামেরা ছিল এবং গতিবেগ ছিল ঘণ্টার ২৪০০০ মাইল। তখন ঘোষণা করা হয় যে, মেরিনার-৪ প্রায় সাড়ে সাত মাস পরে মঙ্গলগ্রহের ছবি পাঠাতে সক্ষম করবে। ১৯৬৪ সালে যুক্তরাষ্ট্রের জাতীয় বিমানবিজ্ঞা ও মহাকাশ সংস্থার (NASA) অগ্ররোধে মঙ্গলগ্রহে জীবনের অস্তিত্ব সম্পর্কে একটি সমীক্ষা করা হয়। তার রিপোর্টে বলা হয় যে, মঙ্গলগ্রহে প্রাণের অস্তিত্ব থাকা সম্ভব।

১৯৬৪ সালের ৩০শে নভেম্বর রাশিয়ার বহু পর্যায়বিশিষ্ট একটি মহাকাশযান মহাকাশে প্রেরণ করে। সেটি একটি কৃত্রিম উপগ্রহকে কক্ষপথে স্থাপন করে এবং কক্ষ পরিক্রমারত সেই উপগ্রহটি থেকে আবার আরেকটি রকেট মঙ্গলগ্রহের দিকে উৎক্ষিপ্ত হয়। ৭ই ডিসেম্বর রাশিয়ার জোও-২-এর আগে মেরিনার-৪ বাধিত হচ্ছে বলে জানা যায়।

মঙ্গলগ্রহে নামলে (যদিও তা এখন পর্যন্ত অদূরপর্যায়) মাত্রা কি দেখবে? তা বলা খুবই

কঠিন। মঙ্গলগ্রহ সম্পর্কে এক মত আজ পর্যন্ত কেউই হতে পারেন নি। তবুও কঠিনাথ অহুমানের সাহায্যে মানুষ মঙ্গলগ্রহের আবহাওয়া সম্পর্কে কিছুটা জানতে পেরেছে, তবে যে কোন মূহুর্তে এই ধারণাও বদলে যেতে পারে।

মাধ্যাকর্ষণ সেখানে পৃথিবীর অর্ধেক। শীত ও গ্রীষ্মের স্থিতিকাল পৃথিবীর দ্বিগুণ। গড়পড়তা তাপ পৃথিবীর শূন্য ডিগ্রীরও নীচে। তাপমাত্রা দিনে 50° এবং রাতে -90° ফারেনহাইট। আর আকাশে জলজল করছে একসঙ্গে দুটি চাঁদ। এই রকম আবহাওয়ার শ্রাওলা ছাড়া আর অন্য কোন প্রাণের বিকাশ সম্ভব নয়। সেখানে কি রয়েছে? নিম্নাণ ভূবার রাজ্য, না অন্তহীন উষ্ম মরুভূমি—তা সামনে গিয়ে দেখে আসবার জন্তেই মেরিনার-4 বাত্মা করেছিল।

অবশেষে 1965 সালে 14ই জুলাই মেরিনার-4 আট মাস ধরে 13 কোটি 34 লক্ষ মাইল পরিভ্রমণের পর মঙ্গলগ্রহের কাছ থেকে তার প্রথম ছবি পাঠায়। একটি যাত্রা টি-ভি-ক্যামেরা দিয়ে মঙ্গলগ্রহের নিকটতম এবং স্পষ্টতম 22টি ছবি তুলে মেরিনার পৃথিবীতে পাঠিয়েছে, কিন্তু জীবন-রহস্যের সমাধান করা তারও সাধ্য হয় নি। তবে অনেক নতুন তথ্য এবং রহস্যের সন্ধান মিলেছে।

প্রথম ছবিটা ছিল মঙ্গলের ফেলেরো মরুর, এটাতে পাহাড়ের কোন চিহ্ন ছিল না। মেরিনার-4 অনেক মূল্যবান তথ্যও পাঠিয়েছে। মঙ্গলগ্রহে নাকি চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য নগণ্য। মঙ্গলগ্রহকে ঘিরে পৃথিবীর ভ্যান আলেন বলয়ের মত কোন বিকিরণ বলয় নেই। মঙ্গলগ্রহের মাটিতে তেজস্ক্রিয়তা আছে, কিন্তু মানুষের পক্ষে তা ক্ষতিকর নয়। মেরিনার-4-এর পাঠানো এক-একটা ছবিতে মঙ্গলগ্রহের এক শতাংশেরও কম অংশ ধরা পড়ে। সম্পূর্ণ মঙ্গলগ্রহের রূপ পেতে হলে অন্ততঃ ওরকম চার হাজার আলোকচিত্রের দরকার। একটা ছবি পাঠাতে সময় লাগে অন্ততঃ আট ঘণ্টা।

মঙ্গলের দ্বিতীয় ও চতুর্থ ছবি বিশ্লেষণ করে জানা গেছে যে, সেখানে জীবাণুজাতীর জীবনের অস্তিত্ব থাকা সম্ভব। পৃথিবীর তিরিশ হাজার মিটার উর্ধ্বে বায়ুর চাপ বত, মঙ্গলগ্রহেও বায়ুর চাপ তত। মঙ্গলগ্রহের বায়ুমণ্ডলে নাইট্রোজেন রয়েছে 72%, কার্বন ডাই-অক্সাইড 1% এবং নিক্সি গ্যাস আর্গন 8%। এই ছবিগুলিতে পাহাড়, আগ্নেয়গিরি ও গহ্বরের রূপ ফুটে উঠেছে। তৃতীয় ছবিটিতে একটা আগ্নেয়গিরি দেখা গেছে। দিনের বেলায় সূর্যকিরণের মুখামুখি হওয়া সত্ত্বেও তার গহ্বরটা দেখা গেছে অন্ধকারাচ্ছন্ন। এটা একটা নতুন রহস্য। মেরিনার-4 প্রেরিত সঙ্কেতগুলি থেকে জানা গেছে যে, পৃথিবীর চেয়ে চন্দ্রের সঙ্গেই মঙ্গলের সাদৃশ্য বেশী। সেখানে সুবিশুদ্ধ জলাশয় বা শ্রামল বনাক্ষস নেই, শুধু রুদ্ধ পাহাড়, শুষ্ক গিরি-গহ্বর—যা জীবন-বিকাশের পক্ষে অসুপযোগী। স্তরবাহ মঙ্গলগ্রহে ষালের অস্তিত্বের কথা নিছক কল্পনা মাত্র। অবশ্য মেরিনার-4 প্রেরিত প্রথম 10টি ছবি পাবার পর—কোন কোনটিতে কালো দাগ দেখে বিজ্ঞানীরা বলেছিলেন যে, সেখানে গাছপালা থাকতে পারে। হয়তো মঙ্গলের মাধ্যাকর্ষণ সম্পর্কে মানুষের আগের ধারণা ঠিক নয়, তার মাধ্যাকর্ষণ আরও বেশী। কারণ মঙ্গলগ্রহের দিগন্ত অতিক্রম করতে মেরিনার-4-এর যে সময় লাগবে ধরা হয়েছিল, তার বেশী সময় লেগেছে।

মেরিনার-4-এর পাঠানো তথ্যের পরেও জেট প্রপালশন লেবরেটরীর জীব-বিজ্ঞানী সোফেন বলেছেন—আমাদের দৃঢ় বিশ্বাস, মঙ্গলগ্রহে জীবন আছে। মঙ্গলগ্রহের প্রতিকূল পরিবেশ সত্ত্বেও সেখানে প্রাণ থাকতে পারে। কারণ দাক্ষণ প্রতিকূল অবস্থার বাচতে পারে, এমন জীবাণুও তো পৃথিবীতেই আছে। সোফেনের মতে, জীবন-বিবর্তনের পরিবেশের দিক দিয়ে মঙ্গলগ্রহ পৃথিবী ও চাঁদের মাঝামাঝি।

এর পর দীর্ঘদিন মঙ্গলগ্রহে আর কোন অভিযান হয় নি। অবশেষে ১৯৬৯ সালে আবার অভিযান শুরু হয়। ঐ বছরের অগাষ্টের প্রথম দিকের কাছাকাছি সময়ে উৎক্লিষ্ট যুক্তরাষ্ট্রের দুটি মহাকাশযান মেরিনার-৬ ও মেরিনার-৭ মঙ্গলগ্রহের সর্বাধিক দুই হাজার মাইল কাছে এসে ছবি পাঠাতে শুরু করে। ছবিগুলির বৈশিষ্ট্য ছিল এই যে, এই প্রথম ছয় কোটি মাইল দূরের (অর্থাৎ প্রথম দিকের দূর থেকে তোলা ছবিগুলি) ছবি টেপ-রেকর্ড না করে সরাসরি পৃথিবীর টেলিভিশন পর্দায় দেখা সম্ভব হয়। ছবি থেকে প্রাপ্ত তথ্যাদি বিশ্লেষণ করে প্রথমেই জীবনের অস্তিত্ব সম্পর্কে নিরাশ হতে হয়। কারণ মেরিনার-৬ স্পষ্টই জানিয়ে দেয় যে, পৃথিবীতে প্রাণের যে মৌল উপাদান অর্থাৎ নাইট্রোজেনের কোন অস্তিত্বই মঙ্গলগ্রহের আবহমণ্ডলের কোন স্তরেই নেই। আশ্চর্যের বিষয় এই যে, মেরিনার-৪ জানিয়েছিল যে, ওখানে শতকরা ৭২ ভাগই নাইট্রোজেন। মেরিনার-৬ মঙ্গলের বিষুবরেখা বরাবর উড়ে যায় এবং জানায় যে, পৃথিবীর দূরবীনে দেখা নীলাভ মেঘ বা ঐ জাতীয় কিছু ওখানে নেই। তবু বিজ্ঞানীরা কটোতে লক্ষ্য করলেন মঙ্গলের দক্ষিণ মেরু শীর্ষে ক্ষীণতম এক খেত কীরিট। তাঁরা মেরিনার-৭-কে এই ব্যাপারের খোঁজ নিতে নির্দেশ দিলেন। হয়তো বা ওটা মেঘ কিংবা পৃথিবীর মেরুর মতই বরফ—জল থাকলে প্রাণও নিশ্চয় থাকতে পারে। কিন্তু সপ্তম মেরিনার ভেতন কোন তথ্য সংগ্রহ করতে পারে নি। মেরিনার-৬-এর সংগৃহীত তথ্যে জানা যায়, মঙ্গলগ্রহের নিম্নতর আবহমণ্ডলে জলীয় বাষ্প ও জমাটবদ্ধ জলের অতি ক্ষীণ প্রমাণ পাওয়া গেছে। তাছাড়া আর কোন তথ্যই জীবনের ইঙ্গিত দেয় না। অস্তিত্ব তথ্য বিশ্লেষণ করে জানা যায়—মঙ্গলগ্রহে নদী, পাহাড়, সমুদ্র ও উপত্যকা নেই—শুধু আছে গভীর ও অগভীর গোলাকার খাদ। এথেকে বোঝা যায়

যে, অতীতেও সেখানে কোন দিন জল বা সমুদ্র ছিল না। শুধু মেঘপুঞ্জ নয়, মঙ্গলগ্রহের কোথায়ও লতাগুল্মেরও কোন সন্ধান পাওয়া যায় নি। পৃথিবী থেকে দেখা ছোট-বড় খালগুলি যাত্র দু-হাজার মাইল দূর থেকে দেখে মেরিনার জানায় যে, ওগুলি নাকি মঙ্গলগ্রহের পৃষ্ঠে বজ্রনি ছায়া মাত্র। এই সমস্ত তথ্যই মঙ্গলগ্রহে কোন প্রাণ বা বুদ্ধিদীপ্ত জীবের অস্তিত্ব সম্বন্ধে আমাদের নিরাশ করে। এর পর মেরিনার-৭ খবর পাঠায় যে, মঙ্গলগ্রহে দক্ষিণ-মেরু অঞ্চলে সে মিথেন ও অ্যামোনিয়া গ্যাসের সন্ধান পেয়েছে। এথেকে বিজ্ঞানীদের সিদ্ধান্ত হলো—সেখানে কোন না কোন ধরনের জীবনের অস্তিত্ব থাকতে পারে; অর্থাৎ এক কথায় বর্ষ এবং সপ্তম মেরিনারও মঙ্গলগ্রহে জীবনের অস্তিত্বের সমস্তার কোন কিনারা করতে পারে নি।

মঙ্গলগ্রহে অভিযানের পূর্ববর্ণিত ঘটনাগুলি এবং তার কলে প্রাপ্ত তথ্যগুলি বিচার করলে স্পষ্টই দেখা যাবে যে, এক বারের সিদ্ধান্তের সঙ্গে অল্প বারের সিদ্ধান্তের কোন মিল নেই। এক বার যে ধারণা ধুলিসাৎ হয়েছে, পরের বার তা আবার গড়ে উঠেছে, তারপর হয় তো তা আবার বাতিল হয়েছে। একজন যে সিদ্ধান্ত করলেন, পর-ক্ষণেই হয়তো আর একজন তার উল্টো সিদ্ধান্তই করে বসলেন। সুতরাং মঙ্গলগ্রহ সম্বন্ধে সঠিক খবর আজ পর্যন্ত জানা যায় নি। আর মঙ্গলগ্রহের মাটিতে না নামলে সেটা বোধ হয় সম্ভবও নয়। মঙ্গলগ্রহের মাটিতে পৃথিবীর মহাকাশযান এখনও নামে নি। যতদিন না মঙ্গলগ্রহের সব বিষয়ে সকলে মিসংশ্লিষ্ট হবেন, ততদিন মঙ্গলগ্রহে নামতে সাহস করাটা বুদ্ধিমানের কাজ হবে না। কারণ এর নানা স্থবিধা-অস্থবিধা আছে। মঙ্গলগ্রহে অবতরণ করাটা সেদিক দিয়ে সময়সাপেক্ষ। কিন্তু মঙ্গলগ্রহে নামবার পরিকল্পনা মানুষের মনে আগেই এসে গেছে। মঙ্গলগ্রহে

নামবার জন্তে 1965 সালে দুজন সোভিয়েট বিজ্ঞানী কৃত্রিম উপায়ে মঙ্গলের আবহাওয়া, (তাপাক, তেজস্ক্রিয় বিকিরণ ও চাপ) পৃথিবীরই লেবরেটরীতে সৃষ্টি করে পার্থিব জীবের উপর তার প্রতিক্রিয়া পরীক্ষা করেছেন। এই কৃত্রিম মঙ্গলগ্রহে অতিবেগুনী রশ্মির কয়-কতি থেকে সবচেয়ে বেশী আত্মরক্ষা করতে পেরেছে, কয়েকটি আদিম জৈব পদার্থ। মাহুয আজ চাঁদে নেমেছে। চাঁদের পরে লক্ষ্য হবে মঙ্গলগ্রহ। কিন্তু তার আগে মঙ্গলগ্রহের জমি ও পরিবেশ সম্পর্কে ভাল করে জ্ঞান আহরণ করতে হবে। অসংখ্য পরস্পর বিরোধী তথ্যের জট খুলে প্রকৃত তথ্যটি খুঁজে বের করতে হবে। এপর্যন্ত দেখা গেছে যে, মঙ্গলগ্রহ সম্পর্কে রাশিয়ার চেয়ে যুক্তরাষ্ট্রই বেশী তথ্য সংগ্রহ করেছে। মঙ্গলগ্রহে রুশ অভিযানগুলির কলাকল সম্পর্কে কোন খবর পাওয়া যায় নি; হয় সেগুলি ব্যর্থ হয়েছে, কিংবা রুশ বিশেষজ্ঞেরা প্রাপ্ত তথ্যগুলি গোপন রেখেছেন। রুশ ও মার্কিন উভয়েই স্বীকার করেছেন যে, মঙ্গলগ্রহে যাবার কর্মসূচী তাঁদের রয়েছে।

মঙ্গলগ্রহের বাত্মীকে প্রথমেই নানা অসুবিধার সম্মুখীন হতে হবে। মঙ্গলগ্রহে গিয়ে কিরে আসতে যে সূদীর্ঘ সময় লাগে, তাতে তাকে অস্বস্তিকর ভারশূন্যতার মধ্যে কাটাতে হবে। এছাড়া দূরপাল্লার যাত্রার জন্তে চাই বৃহদাকৃতির মহাকাশবান। এতে জালানীও লাগবে বেশী। তাই এর নির্মাণকার্য হবে সময় ও অর্থসাশ্রয়।

মঙ্গলগ্রহের মত দূরগ্রহে যাত্রা করতে মহাশূন্যে স্থায়ী তাপমান স্পেসসুয়াক্টর্ম চাই—বা মাহুয এখনও তৈরি করতে পারে নি। মঙ্গলগ্রহে নেমে কিরে আসবার ব্যাপারে মাহুয এখনও সাক্ষ্য লাভ করে নি। বৃহৎ ও ভারী মহাকাশবান সরাসরি উৎক্ষেপণ করা চূঃসাধ্য, তাই তাকে টুকরা টুকরা করে মহাকাশে পাঠিয়ে

তারপর জোড়া লাগিয়ে নিতে হবে। মাহুয অনেক দিন পূর্বেই তা পরিকল্পনা করেছে, কিন্তু এখনও সেই কাজে সাক্ষ্য লাভে সক্ষম হয় নি। চাঁদে নেমে কিরে আসবার জন্তে যাত্রা করা সহজ, কিন্তু মঙ্গলে মেমে আবার যাত্রা করতে হলে শক্তিশালী উৎক্ষেপণ ব্যবস্থার প্রয়োজন। কারণ মঙ্গলগ্রহে মাধ্যাকর্ষণ চাঁদের তুলনায় বেশী। চাঁদের মত আবহাওয়াশূন্য নয় বলে মঙ্গলগ্রহে নামবার জন্তে ব্রেক-ব্যবস্থা কার্যকর করা সহজতর হবে। কিন্তু অসুবিধাও আছে। মঙ্গলের মাধ্যাকর্ষণ ও ওজন চাঁদের তুলনায় বেশী বলে চাঁদ থেকে চাত্রাবানকে ওঠবার জন্তে যে নিক্রমণ-বেগ (Escape velocity) দরকার হয়েছিল, মঙ্গলগ্রহে প্রয়োজন হবে তার চেয়ে অনেক বেশী। মঙ্গলগ্রহ প্রভাগত মহাকাশবান তাই খুব জোরে পৃথিবীর আবহমণ্ডলে প্রবেশ করবে, ফলে মহাকাশবানে ঘর্ষণজনিত তাপের সৃষ্টি হবে।

আরেকটা অসুবিধা হচ্ছে এই যে, মঙ্গলগ্রহে সব সময় সুরবিধাজনক স্থানে থাকে না। একটা সময় আসে যখন সূর্য, পৃথিবী ও মঙ্গল একই সরলরেখায় থাকে। এই লগ্নকে বলে প্রতিযোগ। এটা মোটামুটি দু-বছরে একবার ঘটে থাকে। কিন্তু সবচেয়ে ভাল সময় হচ্ছে মহাপ্রতিযোগ, যখন মঙ্গলগ্রহ পৃথিবীর সবচেয়ে কাছে আসে। 15 থেকে 17 বছর পরপর এই মহাপ্রতিযোগ ঘটে থাকে। এই সময়েই মঙ্গলগ্রহে অভিযান চালানো সবচেয়ে সুবিধাজনক। কারণ মঙ্গলগ্রহ পৃথিবীর সামনে আসবার কালে বাত্মাসংক্রান্ত ধরচ এবং সময় খুবই কম লাগবে। পরবর্তী মহাপ্রতিযোগ ঘটবে 1971 সালে। ততদিনে মঙ্গলগ্রহ অভিযানের সমস্ত ব্যবস্থা সম্পূর্ণ হবে কি না, সে বিষয়ে যথেষ্ট সন্দেহের অবকাশ আছে। তার পরে 1973, 1975, 1981 এবং 1935 সালে আরও কয়েকটি প্রতিযোগ আছে। 1971-এর মহাপ্রতিযোগে যে উৎক্ষেপণ

শক্তির দরকার হবে, ১৯৮১-এর প্রতিযোগে হবে তার তিন গুণ। ১৯৭৫ সালে মঙ্গলগ্রহাভিযানের কোন সম্ভাবনা নেই, যদি না এই সংক্রান্ত কারিগরী কলার্কৌশলের ক্ষেত্রে এর মধ্যে উন্নয়নযোগ্য কোন উন্নতি সাধিত হয়।

রকেটের আলানী প্রথম যুগে ছিল কঠিন। ডক্টর গোডার্ড প্রথম ব্যবহার করেন তরল আলানী। আর এখন যদি পারমাণবিক আলানী ব্যবহার করা যায়, তবে দূর গ্রহে যাত্রা সহজ হয়ে যাবে। কিন্তু এখনকার বিজ্ঞানীর চিন্তার বিষয় সেটা নয়। সুতরাং কার্ভ সূচীটা দাঁড়াচ্ছে এইরকম—১৯৬৯ সালে চন্দ্রযাত্রার পর মঙ্গলগ্রহ জয়—১৯৭৫ সালে কিংবা ১৯৮৫ সালে হতে পারে।

মঙ্গলগ্রহে অবতরণ করার জন্যে পরিকল্পনা রচিত হয়েছে। ১০০ বা ২০০ দিন ধরে যাত্রা শেষে মহাকাশযান মঙ্গলগ্রহের কক্ষ স্থাপিত হয়ে গ্রহটিকে পরিক্রমা করতে থাকবে। তখন মহাকাশযানটি দু-তাগে বিভক্ত হয়ে যাবে। মূল অংশটি কক্ষ পরিক্রমা-করতে থাকবে আর অল্প অংশটি গিয়ে উপস্থিত হবে মঙ্গলগ্রহে। মহাকাশ-

যান থেকে নেমে মঙ্গলগ্রহের যাত্রীরা তাঁদের পর্যবেক্ষণ ও তথ্য সংগ্রহ শেষ করে আবার মঙ্গলখানে চড়ে উড়ে গিয়ে যুক্ত হবেন কক্ষ-পরিক্রমারত মূল যানের সঙ্গে। তার পর আরেকটি রকেট-ইঞ্জিন তাকে পাঠিয়ে দেবে পৃথিবীর দিকে অর্থাৎ মাহুকের চন্দ্র-অভিযানের সঙ্গে এট পরিকল্পনাটির মূলতঃ কোন প্রভেদ নেই।

অবশ্য আর একটা পরিকল্পনা একটু সহজতর। মহাকাশযানটি সোজা গিয়ে নাথবে মঙ্গলগ্রহের দুটি উপগ্রহের যে কোন একটিতে এবং তার পর সেখান থেকে হিসাব মত মঙ্গলগ্রহের যে কোন স্থানে গিয়ে অবতরণ করবে।

মঙ্গলগ্রহে প্রাণ আছে এবং নেই—এই দু-রকম মতই সমভাবে উচ্চারিত হয়েছে। এখন পর্যন্ত উত্তর মতের স্বপক্ষে বা বিপক্ষে কোন প্রমাণ পাওয়া যায় নি। সুতরাং মঙ্গলগ্রহ সম্বন্ধে মাহুকের কোতূহল অসীম।

মাহুদ আজ যখন টানে নেমেছে, তখন এটাও ধরে নেওয়া যায় যে, মঙ্গলগ্রহে একদিন মাহুকের অবতরণও প্রায় সুনিশ্চিত।

সঞ্চয়ন

১৯৭১ সালে আমেরিকার মহাকাশ অভিযানের কার্যসূচী

আমেরিকার মহাকাশ ও বিমান বিজ্ঞান বিষয়ক সংস্থা স্পাশটাল এরোনটিক্স অ্যাও স্পেস অ্যাডমিনিস্ট্রেশন (সংক্ষেপে নাসা) ১৯৭১ সালের মহাকাশ অভিযান সম্পর্কে কার্যসূচী প্রকাশ করেছেন। এতে জানা যায়, আলোচ্য বছরে চন্দ্রাভিমুখে দুটি মহাকাশযান অ্যাপোলো যান আর দুটি বাজীবিহীন বয়ংক্রিয় মহাকাশযান

প্রেরণ করা হবে। বাজীবিহীন বয়ংক্রিয় মহাকাশ-যান প্রেরণ করা হবে মঙ্গল গ্রহাভিমুখে। এছাড়া অন্তান্ত রাষ্ট্রের সহযোগিতারও নয়াটি তথ্যসম্বাদী উপগ্রহ মহাকাশে উৎক্ষেপিত হবে। তবে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র ১৯৭১ সালে ১৯টি কৃত্রিম উপগ্রহ বিভিন্ন গ্রহাভিমুখে ও মহাকাশে প্রেরণ করার লক্ষ্য স্থির করেছেন। মঙ্গলগ্রহের কক্ষপথে

মেরিনার ৪ ও ৯ নামক দুটি উপগ্রহ স্থাপন করা হবে। ঐ গ্রহের কক্ষপথে কোন কৃত্রিম উপগ্রহ স্থাপনের চেষ্টা এর আগে আর হয় নি।

এই কার্যশূচী অনুসারে 1971 সালের প্রথম চম্পাভিযান শুরু হয়েছে 31শে জানুয়ারী। অ্যাপোলো-14 মহাকাশযানে অ্যালান বি. শেপার্ড, ষ্টুয়ার্ট এ. রুশা এবং এডগার ডি. মিচেল চম্পাভিযানে যাত্রা করেছেন।

25শে জুলাই (1971) শুরু হবে এই বছরের দ্বিতীয় চম্পাভিযান। ঐ সময়ে অ্যাপোলো-15 মহাকাশযানে মহাকাশচারী ডেভিড ডি. স্কট, আলফ্রেড এম. ওয়ার্ডেন এবং জেমস বি. আরউইন একটি বিহুচ্চালিত গাড়ী নিয়ে যাবেন। ঐ গাড়ীটি চম্পপৃষ্ঠে নামানো হবে এবং ঐ গাড়ীতে মহাকাশচারীদ্বয় চম্পপৃষ্ঠে ঘুরে বেড়াবেন এবং উপকরণাদি সংগ্রহ করবেন।

মঙ্গলগ্রহের কক্ষপথে মেরিনার উপগ্রহ স্থাপনের কাজ এই বছরেরই মে মাসে হবে। কেপ কেনেডী থেকে মঙ্গল গ্রহাভিযানে মেরিনার-৪ উপগ্রহটি মহাকাশে উৎক্ষিপ্ত হবে, মেরিনার-৯টি ছাড়া হবে এর কয়েক দিন পরে। পৃথিবী থেকে যাত্রা করে প্রায় ছ-মাস পরে ঐ দুটি উপগ্রহ মঙ্গলগ্রহে গিয়ে পৌঁছবে। পৃথিবী থেকে নির্দেশ দিয়ে এই দুটি কৃত্রিম উপগ্রহকে মঙ্গলের কক্ষপথে স্থাপন করা হবে। ঐ উপগ্রহদ্বয়ের অগ্রস্ক্রিয় যন্ত্রপাতির সাহায্যে মঙ্গলপৃষ্ঠের 1000 মাইল উচ্চ থেকে ঐ গ্রহের প্রায় 70 ভাগ স্থানের ছবি তোলা হবে।

বিভিন্ন রাষ্ট্রের সহযোগিতায় তথ্যসন্ধানী মহাকাশযান উৎক্ষেপণের পরিকল্পনা—জাতীয় বিমান বিজ্ঞান ও মহাকাশ সংস্থা বা নাসা বিশ্বের বিভিন্ন সংস্থার সহযোগিতায় 1971 সালে আরও কয়েকটি কৃত্রিম উপগ্রহ মহাকাশে উৎক্ষেপণ করবার পরিকল্পনা করা হয়েছে।

পৃথিবীর 71টি রাষ্ট্রের সংস্থা ইন্টারন্যাশনাল

টেলিকমিউনিকেশন কন্সার্টারামের পক্ষ থেকে ইনটেলস্যাট নামে বার্তাবহ উপগ্রহ পৃথিবীর কক্ষপথে স্থাপন করা হবে। পৃথিবীর বিভিন্ন অঞ্চলের মধ্যে বার্তার আদান-প্রদানের উদ্দেশ্যে এর আগে আরও কয়েকটি এই ধরনের উপগ্রহ পৃথিবীর কক্ষপথে স্থাপন করা হয়েছে। স্যাটো-2 নামে আর একটি বার্তাবহ উপগ্রহ উৎক্ষিপ্ত হবে। দূরাকলের সঙ্গে বার্তা আদান-প্রদানের উদ্দেশ্যে এই উপগ্রহটি মহাকাশে স্থাপিত হবে। উত্তর আটলান্টিক চুক্তি সংস্থার অন্তর্ভুক্ত রাষ্ট্রসমূহ কর্তৃক এই উপগ্রহ সংক্রান্ত সকল কাজকর্ম নির্বাহ হবে।

25শে ফেব্রুয়ারী মহাকাশের চৌম্বক ক্ষেত্র, সৌর ঝড় বা সোলার উইণ্ড এবং মহাকাশ সম্পর্কে অজ্ঞাত তথ্য সংগ্রহের উদ্দেশ্যে এই ইন্টার-গ্ল্যান্টারী মনিটরিং প্ল্যাটফর্ম সংক্ষেপে আই-এম-পি-1 নামে একটি উপগ্রহ মহাকাশে উৎক্ষিপ্ত হবে। তারপর ফেব্রুয়ারী মাসেই সৌর তেজ-ক্ষিপ্রা বা সোলার রেডিয়েশন সম্পর্কে তথ্যগ্রহ-সন্ধানের উদ্দেশ্যে সোলারড নামে একটি উপগ্রহ প্রেরণ করা হবে। এই ধরনের উপগ্রহ এর আগে আর মহাকাশে প্রেরণ করা হয় নি। মার্চ মাসে আরনমণ্ডল সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহের উদ্দেশ্যে ক্যানাডা ও মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের মিলিত উদ্যোগে আইসিস-বি নামে একটি উপগ্রহ মহাকাশে উৎক্ষিপ্ত হবে।

পৃথিবী থেকে বহু দূরে যে সকল গ্রহ-তারকা রয়েছে, মহাকাশের সেই সকল অঞ্চল সম্পর্কে আজ পর্যন্ত খুব কম তথ্যই জানা গেছে। মহাকাশের ঐ সকল অঞ্চল সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহের পছা উদ্ভাবনের উদ্দেশ্যে পরীক্ষামূলকভাবে গ্ল্যান্টারী অ্যাট-মোস্ফিয়ার এক্সপেরিমেন্টস টেস্ট (সংক্ষেপে পি-এ-ই-টি) নামে আর একটি উপগ্রহও মার্চ মাসেই উৎক্ষেপণ করা হবে।

এপ্রিল মাসে মেঘ সম্পর্কে তথ্য-

সদ্যনী উপগ্রহ উৎক্ষিপ্ত হবে। এই কৃত্রিম উপগ্রহটির নাম ব্যারিয়ারন এরোলোলস। অল্প শক্তিসম্পন্ন রকেটের সাহায্যে এটিকে পৃথিবীর কক্ষপথে আয়নমণ্ডলের নিম্নাঞ্চলে স্থাপন করা হবে। পশ্চিম জার্মেনী ও মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের মিলিত উদ্যোগে এই উপগ্রহটি মহাকাশে উৎক্ষিপ্ত হবে। এপ্রিল মাসেই দু'ই সম্পর্কে তথ্যসদ্যনী আর একটি সৌর মানমন্দির বা সোলার অবজারভেটরী নামক কৃত্রিম উপগ্রহ মহাকাশে প্রেরণ করা হবে। এটি হবে ঐ পর্যায়ের সপ্তম কৃত্রিম উপগ্রহ।

মে মাসে তারকামণ্ডলী সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহের উদ্দেশ্যে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র ও ইটালীর মিলিত উদ্যোগে সারিটিকিফিক স্টাটোলাইট (সংক্ষেপে এস. এস. এ.) নামক একটি কৃত্রিম উপগ্রহ মহাকাশে উৎক্ষিপ্ত হবে। আফ্রিকার কেনিয়া রাষ্ট্রের উপকূল থেকে বেশ কিছু দূরে সমুদ্রে অবস্থিত একটি জাহাজ থেকে এই কৃত্রিম উপগ্রহটিকে মহাকাশ অভিযুগে প্রেরণ করা হবে।

জুন মাসে যুক্তরাষ্ট্র ও যুক্তরাজ্যের সহযোগিতায় প্রেরিত হবে ইউ. কে. নামে একটি কৃত্রিম উপগ্রহ। ইলেকট্রন, প্রোটন, কসমিক নয়েজ, বাজ

পড়বার শব্দ, আয়নমণ্ডল এবং মহাশক্তির নিকটবর্তী অঞ্চল সম্পর্কে নানা তথ্যাদি সংগ্রহের জন্তে এই উপগ্রহটি উৎক্ষেপণ করা হবে। জুলাই থেকে সেপ্টেম্বর মাসের মধ্যে উৎক্ষিপ্ত হবে আর একটি ইনটেলস্যাট নামক বার্তাবাহ কৃত্রিম উপগ্রহ।

সেপ্টেম্বর মাসে চৌধক ঝড় সম্পর্কে একরল নামক একটি বৈজ্ঞানিক তথ্যসদ্যনী উপগ্রহ প্রেরণের পরিকল্পনা করা হয়েছে। আমেরিকার ম্যাসাচুসেট্‌স অজরাজ্যের কেম্ব্রিজ অবস্থিত বিমান বাহিনীর গবেষণাগার কর্তৃক এটি নির্মিত হচ্ছে।

১৯৭১ সালের অক্টোবর, নভেম্বর ও ডিসেম্বর মাসের মধ্যে প্রেরিত গ্রহ-নক্ষত্র সম্পর্কে তথ্য-সদ্যনী কৃত্রিম উপগ্রহ অরবিটিং অ্যাস্ট্রোনমিক্যাল অবজারভেটরী বা সংক্ষেপে ও-এ-ও। এর আগে ঐ ধরনের আরও দুটি উপগ্রহ মহাকাশে উৎক্ষিপ্ত হয়েছে।

১৯৭১ সালে একেবারে শেষের দিকে ফ্রান্সের সহযোগিতায় আবহবিজ্ঞান সম্পর্কে কোঅপারেটিভ অ্যাপ্লিকেশনস স্টাটোলাইট (সংক্ষেপে সি. এ. এস) নামক একটি কৃত্রিম উপগ্রহ মহাকাশে উৎক্ষিপ্ত হবার কথা আছে।

ভারতের সংবাদ-জ্ঞাপন ব্যবস্থা

বাধীনতা লাভের পর ভারতের সংবাদ-জ্ঞাপন ব্যবস্থার সম্প্রসারণ খুবই উল্লেখযোগ্য। ভারতের ডাক ও তারযোগে সংবাদ প্রেরণের ব্যবস্থা সম্ভবতঃ পৃথিবীর মধ্যে বৃহত্তম। ১৯৭০ সালের ১লা জুলাই পর্যন্ত ভারতে ডাকঘরের সংখ্যা ছিল ১,০৫,৪৩৩। তাছাড়া আছে প্রামাণ্যমান এবং নৈশ ডাকঘরের ব্যবস্থা। কাশ্মীরের ঝিলাম নদীতে একটি ভাসমান ডাকঘর আছে।

ভারতে ১৪,৯২৫টিরও বেশী টেলিগ্রাফ অফিস আছে এবং ১৯৭০ সালের ৩১শে মার্চ পর্যন্ত ভারতে টেলিফোনের সংখ্যা ছিল ১১.৭৫ লক্ষ। ১৯৬৯ সালের ৩১শে ডিসেম্বর পর্যন্ত দেবনাগরী কী-বোর্ডের ৬০০ টেলিগ্রাফার সহ মোট টেলিগ্রাফারের সংখ্যা ছিল ১,২২,০১১। ভারতে প্রায় ৭,০০০ লাইনের ক্ষমতাসম্পন্ন ৩০টি টেলিগ্রাফ এক্সচেঞ্জ আছে। মাদ্রাজের হিন্দুস্থান টেলিগ্রাফার লি:

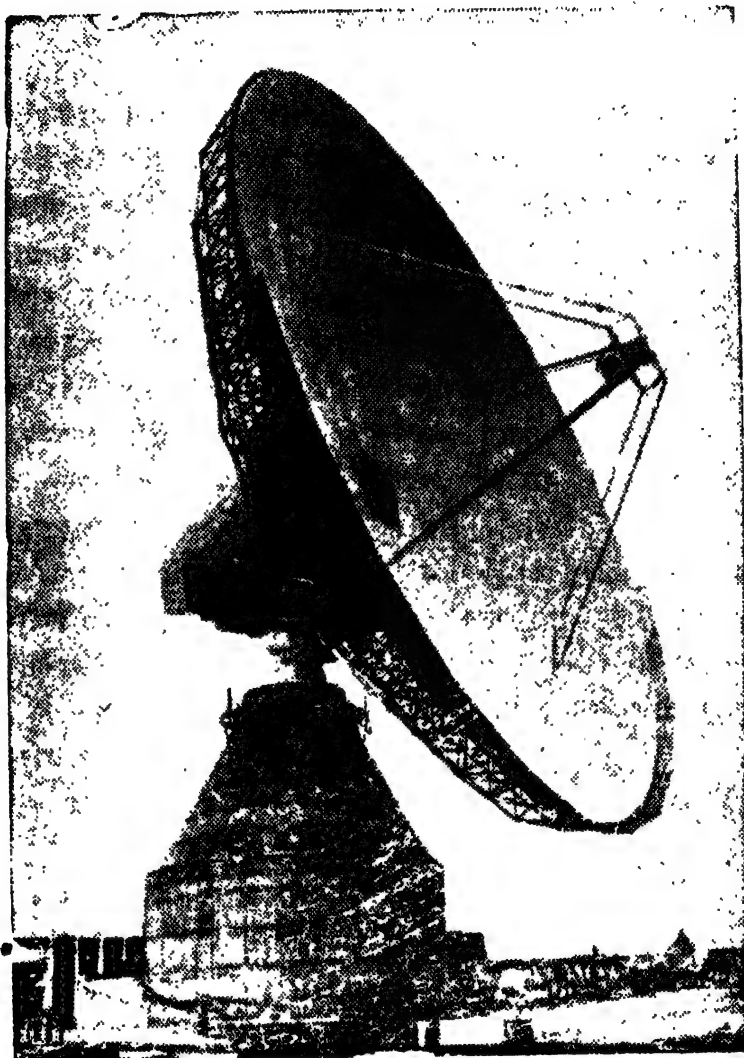
টেলিফোন এবং তার প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম প্রস্তুত আশা করা যায়, চলতি পরিকল্পনাধীন করে থাকে। 1964-65 সালে এই কারখানাটি কো-অর্ডিনেশন কেবল এবং মাইক্রোওয়েভ ব্যবহার পথের দৈর্ঘ্য বাড়বে যথাক্রমে 6,200 কিলোমিটার স্থাপিত হয়।



মাইক্রোওয়েভ পদ্ধতিতে খুব নির্ভরযোগ্যভাবে সংবাদ প্রেরণ করা যায়। এর কালে দূরবর্তী স্থানে খুব তাড়াতাড়ি এবং অল্প খরচে সংবাদ প্রেরণের জন্তে এখন আর কোন সমস্যা নেই। ছবিতে একটি মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনা-টওয়ার দেখা যাচ্ছে।

থেকে 13,000 কিলোমিটার এবং 2,455 কিলো-
মিটার থেকে 14,000 কিলোমিটার।

কৃত্রিম উপগ্রহের সাহায্যে সংবাদ প্রেরণের
ব্যবস্থা করবার জন্তে পুণার নিকটবর্তী আরভীতে



পুণার নিকটবর্তী আরভীতে ভারতের প্রথম ভূপৃষ্ঠস্থ টেলিকমিউনিকেশন
কেন্দ্রের নির্মাণ কাজ সমাপ্ত হবার সঙ্গে সঙ্গে কৃত্রিম উপগ্রহের সাহায্যে
সংবাদ প্রেরণের ক্ষেত্রে ভারতে এক নবযুগের সূচনা হবে। ছবিতে আরভী-
স্থিত কেন্দ্রে একটি 97 ফুটের বেতার-বার্ডা সংগ্রাহক অ্যান্টেনা দেখা যাচ্ছে।

একটি ভূপৃষ্ঠস্থ কেন্দ্র স্থাপনের পরিকল্পনা বর্তমানে সমাপ্ত করতে প্রায় পড়বে আনুমানিক 78'6
বাস্তবায়িত হবার চূড়ান্ত পর্যায়ে এসেছে। এটি মিলিয়ন টাকা।

ব্যাঙ্গালোরে বিজ্ঞান কংগ্রেসের 58তম অধিবেশন

রবীন্দ্র বন্দ্যোপাধ্যায়*

প্রতি বছর জানুয়ারী মাসের 3 থেকে 9 তারিখ পর্যন্ত এক সপ্তাহব্যাপী ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের বার্ষিক অধিবেশন অনুষ্ঠিত হয় ভারতের নানা প্রান্তে। এবার ছিল বিজ্ঞান কংগ্রেসের 58তম অধিবেশন। এবারের আসর বসেছিল মহীশূর রাজ্যের রাজধানী ব্যাঙ্গালোর শহরে। অবশ্য ব্যাঙ্গালোরে বিজ্ঞান কংগ্রেসের বার্ষিক অধিবেশন এই প্রথম নয়, এর আগে আরও চারবার এখানে অধিবেশন হয়েছে। তবে ব্যাঙ্গালোর বিশ্ববিদ্যালয়ের উদ্যোগে বিজ্ঞান কংগ্রেসের আয়োজন এই প্রথম। এবারকার অধিবেশনে ভারতের নানা প্রান্ত থেকে প্রায় তিন হাজার প্রতিনিধি যোগদান করেছিলেন এবং বিদেশ থেকে পঁচিশ জন বিশিষ্ট বিজ্ঞানী এসেছিলেন।

ব্যাঙ্গালোরের গৌরব ভারত-রত্ন বিশ্ববিদ্যুত বিজ্ঞানী সি. ভি. রামনের স্মৃতির প্রতি ভ্রূঙ্গা নিবেদনস্বরূপ এবারের অধিবেশন মণ্ডপের নামকরণ করা হয়েছিল রামন মণ্ডপ (কানাড়া ভাষায় মন্ডপ)। তেঙ্গরা জানুয়ারী সকালে এই সুসজ্জিত মণ্ডপে ভারতীয় কৃষি-বিজ্ঞান গবেষণা কাউন্সিলের ডিরেক্টর-জেনারেল ডক্টর বি. পি. পালের সূল সভাপতিত্বে বিজ্ঞান কংগ্রেসের 58তম অধিবেশনের উদ্বোধন অনুষ্ঠিত হয়। প্রধানমন্ত্রী শ্রীমতী ইন্দিরা গান্ধীর অধিবেশন উদ্বোধন করার কথা ছিল। কিন্তু রিশের কাজের চাপে তিনি উপস্থিত হতে না পারায় তাঁর লিখিত উদ্বোধনী ভাষণ পাঠ করেন মহীশূরের রাজ্যপাল অধিরমবীর।

অনুষ্ঠানের প্রারম্ভে ব্যাঙ্গালোর বিশ্ববিদ্যালয়ের ছাত্রী কুমারী জ্যোতি বিজ্ঞান কংগ্রেস উপলক্ষে কানাড়া ভাষায় রচিত ‘স্বাগত হে বিজ্ঞানী’ শীর্ষক একটি মনোজ্ঞ প্রশস্তি সুরেলা কণ্ঠে পাঠ করেন। তারপর অত্যাধুনিক সমিতির সভাপতি বিশ্ববিদ্যালয়ের উপাচার্য শ্রীভূকল সমবেত প্রতিনিধি ও বিদেশী বিজ্ঞানীদের স্বাগত জানান। মহীশূরের মুখ্যমন্ত্রী শ্রীবীরেন্দ্র পাতিল রাজ্য সরকার ও মহীশূরবাসীদের পক্ষ থেকে সকলকে স্বাগত জানিয়ে বিজ্ঞানকে সর্বসাধারণের কাছে পৌঁছে দেবার গুরু দায়িত্বের কথা উল্লেখ করেন। বিজ্ঞানকে জনপ্রিয় করার জন্তে বিজ্ঞান কংগ্রেসের দীর্ঘকালের প্রচেষ্টাকে তিনি অভিনন্দিত করেন এবং আশা প্রকাশ করেন যে, সংবাদপত্রগুলি যেন এই কাজের গুরুত্ব অনুধাবন করে তাঁদের পৃষ্ঠায় লোকরঞ্জক বিজ্ঞানের জন্তে অন্ততঃ কিছু পরিমাণে স্থান সন্ধান করবেন।

প্রধানমন্ত্রী শ্রীমতী গান্ধী তাঁর লিখিত ভাষণে বিজ্ঞানীদের এমন একটি দৃঢ় ঐক্য ও স্বজনশীল প্রচেষ্টার পরিবেশ গড়ে তুলতে আহ্বান জানান, যার ফলে দেশের বহুবিধ সমস্যার সমাধানে সহায়তা করা যেতে পারে। তিনি বলেন, মানুষের বৈষয়িক প্রয়োজন পূরণের উদ্দেশ্যে ভারতীয় বিজ্ঞানীদের এমন একটি নতুন পথ খুঁজে বের করতে হবে, যাতে মানুষ যেন মানবিক মূল্যবোধ হারিয়ে না কেলে অথবা ব্যক্তি কিংবা জাতি

হিসাবে তাদের স্বাভাবিক বিসর্জন না দেয়। মানুষের প্রয়োজন তাদের বৈষয়িক প্রয়োজনকেও ছাড়িয়ে যায়। আমরা যারা ভারতে বাস করি, তাঁরা অবশ্যই প্রযুক্তিবিদ্যাকে নতুনভাবে গ্রহণ করে মানুষকে এবং মানবাত্মাকে বিজ্ঞানের কেন্দ্রস্থলে স্থাপনের জন্তে চেষ্টা করবে। ভাষণের উপসংহারে শ্রীমতী গান্ধী বলেন—বিজ্ঞান যদিও একান্তভাবে নিরপেক্ষ, কিন্তু সামাজিক ও ঐতিহাসিক বিবর্তন সম্বন্ধে উদাসীন থাকা কি বিজ্ঞানীর পক্ষে সম্ভব? আজকে ভারতীয় বিজ্ঞান বেচ্যালেঞ্জের সামনে এসে দাঁড়িয়েছে এবং তাদের সামনে এমন কি পথ খোলা আছে এবং বর্তমান সঙ্কট-কালে বিজ্ঞান কংগ্রেস কিভাবে পথপ্রদর্শকের ভূমিকা নিতে পারে, সে বিষয়ে বিজ্ঞানীরা চিন্তা করবেন আশা করি।

মূল সভাপতি ডক্টর পাল তাঁর 'কৃষি-বিজ্ঞান ও মানব-কল্যাণ' শীর্ষক অতিভাষণে কৃষিকারী ও কৃষি-বিজ্ঞানীদের দীর্ঘকাল যাবৎ অবহেলা করবার জন্তে ক্ষোভ প্রকাশ করেন। এই প্রসঙ্গে তিনি প্রখ্যাত উদ্ভিদ-বিজ্ঞানী ডক্টর মাহেশ্বরীকে উক্তি উদ্ধৃত করে বলেন—উদ্ভিদই আমাদের সমস্ত খাদ্য জোগায়, কাজেই উদ্ভিদ-বিজ্ঞানীদের সকল বিজ্ঞানীর নীচের দিক থেকে তুলে এনে সকলের উপরে স্থান দেওয়া কর্তব্য।

ডক্টর পাল বলেন—কৃষি-বিজ্ঞান বলতে যে বিস্তৃত ক্ষেত্রটির কথা বলা হয়, সেই ক্ষেত্রে সুদূর-প্রসারী অগ্রগতি সাধনের সম্ভাবনা এখন ভারতের নাগালের মধ্যে এসে পড়েছে। কিন্তু যদি উপযুক্ত অর্থসংস্থান এবং সুপরিকল্পিত ও সুসংহত প্রকল্প রচনা করা হয়, তাহলেই শুধু এই কাজ হতে পারে।

উপসংহারে তিনি বলেন—ভারতে যে 'দ্রবুজ বিপ্লব' ঘটেছে, তা মাত্র কয়েক জাতীয় খাদ্য অর্থাৎ চাল, গম, জুট এবং মরশুম শস্যের ক্ষেত্রেই সীমিত থাকে। ভারতের শস্য-সম্পত্তা

সম্পাদনে অনেক কিছু করা হয়ে থাকলেও আমাদের সামনে এখনও বহু বিরাট সমস্যা রয়ে গেছে। ডালজাতীয় শস্য আমাদের এই নিরাশ্রয়ী দেশে বহুল পরিমাণে প্রোটিন জুগিয়ে থাকে, কিন্তু ডালজাতীয় শস্য ও তৈল-বীজজাতীয় শস্যের উৎপাদন বৃদ্ধির জন্তে এখন পর্যন্ত বিশেষ কিছুই করা হয় নি।

এরপর কেন্দ্রীয় শিক্ষামন্ত্রী ডক্টর তি. কে. আর. ভি. রাও বিজ্ঞান কংগ্রেস উপলক্ষে আরোজিত বৈজ্ঞানিক বস্তুপাতি ও বিজ্ঞান-বিষয়ক পুস্তক প্রদর্শনীর উদ্বোধন করেন। বিজ্ঞান কংগ্রেসের সাধারণ সম্পাদিকা অধ্যাপিকা অসীমা চট্টোপাধ্যায় বিদেশাগত বিশিষ্ট বিজ্ঞানীদের পরিচিতি প্রদান করেন। বুলগেরিয়া থেকে এসেছিলেন অধ্যাপক এস. জি. কুস্টভ এবং অধ্যাপক আই. পি. গারবাউচেক, সিংহল থেকে ডক্টর এন. কোদাগোদা, চেকোশ্লোভাকিয়া থেকে অধ্যাপক জে. পাউলিক, ফ্রান্স থেকে অধ্যাপক আর. ও. প্রদোহম, হাঙ্গেরী থেকে ডক্টর এম. পেকুসি এবং ডক্টর এস. রাজকি, ইরান থেকে ডক্টর আলি আসগর আজাদ, জাপান থেকে ডক্টর ওয়াই. হিরামা, পোল্যান্ড থেকে ডক্টর এস. পিয়েনিয়াজেক, ক্রমানিয়া থেকে অধ্যাপক এ. রোসেত, যুক্তরাজ্য থেকে অধ্যাপক জি. পি. ওয়েলস, মি: জে. এস. লুমস, ডক্টর পি. আর. বেল, অধ্যাপক সি. আর. পি. টাউনহ্যান এবং অধ্যাপক আর. ডাবলিউ. টরেনস, ডেনমার্ক থেকে ডক্টর জে. ইউ. অ্যাণ্ডার্সন এবং অধ্যাপক পি. জি. হানসেন, পশ্চিম জার্মানী থেকে অধ্যাপক জি. মেলচারস ও অধ্যাপক এক. ভোগেল, নরওয়ে থেকে অধ্যাপক কে. কেরগী, মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র থেকে ডক্টর ই. সি. ক্রুজ, ডক্টর আর. রেভেলি এবং মি: ডাবলিউ. ইলারস এবং সোভিয়েট রাশিয়া থেকে অ্যাকাডেমিশিয়ান এস. এইচ. এসেনক এবং মি: ডি. আই. টাকচেনকক।

দ্বিতীয় দিন অর্থাৎ ৪ঠা জানুয়ারী বিজ্ঞান

কংগ্রেসের 13টি বিভিন্ন শাখার পৃথক পৃথক অধিবেশন সুরু হয়। গণিত এবং রসায়ন শাখার নির্বাচিত সভাপতি ডক্টর রামবল্লভ ও ডক্টর আর ডি. ভেঙ্কারি অনিবার্ণ কারণে উপস্থিত থাকতে পারেন নি। তাঁদের লিখিত ভাষণ নিজ নিজ শাখার পঠিত হয়। শারীরতত্ত্ব শাখার সভানেত্রী ডক্টর শ্রীমতী সারদা সুরেশ্বরাম তাঁর ভাষণে আলোচনা করেন 'এণ্ড্রোজিনোলজির এক দশক', মনস্তত্ত্ব ও শিক্ষা-বিজ্ঞান শাখার সভাপতি ডক্টর মদনমোহন সিংহ বলেন 'সাম ইন্সট্রিক্যাল বিহেভিয়ারাল ডেটা' সম্পর্কে, বহুবিজ্ঞা ও খাত্ত-বিজ্ঞান শাখার সভাপতি ডক্টর জে. কে. চৌধুরী আলোচনা করেন 'মেজার-মেন্ট—ইটস সায়েন্স অ্যাণ্ড টেকনোলজি', সংখ্যায়ন শাখার সভাপতি ডক্টর অনিলকুমার গায়েরের আলোচ্য বিষয় ছিল 'রোবাস্ট টেষ্ট অ্যাণ্ড এন্টি-মেশান ইন স্ট্যাটিস্টিক্স', ভূতত্ত্ব ও ভূগোল শাখার সভাপতি ডক্টর বি. জি. দেশপাণ্ডে 'ভারতে তৈল অন্বেষণ' সম্পর্কে আলোচনা করেন, প্রাণীবিজ্ঞা ও কীটতত্ত্ব শাখার সভাপতি অধ্যাপক এইচ. স্বরূপ বলেন 'নিউক্লিক অ্যাসিড ইন টেলিওষ্টান এমব্রিওজেনেসিস' সম্পর্কে, কৃষি-বিজ্ঞান শাখার সভাপতি অধ্যাপক এস.সি. মণ্ডল আলোচনা করেন 'ভারতের অম্লাত্মক রক্তিক ভূমি এবং তৎসম্পর্কিত ব্যবস্থা' সম্পর্কে, পদার্থ-বিজ্ঞান শাখার ডক্টর ডি. জি. বিদের আলোচ্য বিষয় ছিল 'সাম অ্যাপ্লিকেশন অফ মসবয়ার এক্কেট টু সলিড স্টেট ফিজিক্স', উদ্ভিদবিজ্ঞান সভাপতি অধ্যাপক বি. এম. জোহরি বলেন 'ডিফারিয়েন্সিয়েশন ইন প্র্যাক্ট টিসু কালচার' সম্পর্কে, নৃতত্ত্ব ও প্রত্নতত্ত্ব শাখার সভাপতি অধ্যাপক এম. সি. গোস্বামী আলোচনা করেন 'উপজাতি—উত্তর-পশ্চিম ভারতে বর্তমান সম্প্রদায়গত অবস্থা' এবং ভেজ্ঞ ও প্রাণী-বিজ্ঞান শাখার সভাপতি ডাঃ কণীজনাথ ব্রহ্মচারী আলোচনা করেন 'মাহু ও অজ্ঞাত প্রাণীতে এথেরো-ক্লেমোশিস ব্যাধি' সম্পর্কে।

সভাপতির ভাষণ ছাড়া প্রত্যেক শাখার বিভিন্ন দিনে বিশেষ বক্তৃতা, আলোচনা-চক্র ও গবেষণা-পত্র পাঠ করা হয়। এছাড়া মূলমণ্ডে কয়েক দিন ডক্টর এডওয়ার্ড ক্রুজ, ডক্টর এস.পি. রায়চৌধুরী, অধ্যাপক এ. ভি. রাও, অধ্যাপিকা পার্বতী দেবী, ডক্টর কে. এস. রাজগোপালন, অ্যাকাডেমিশিয়ান এসেনক, ডক্টর এম.এস. স্বামীনাথন, ডক্টর নীলরতন ধর প্রমুখ কয়েকজন বিশিষ্ট বিদেশী ও ভারতীয় বিজ্ঞানী কয়েকটি লোকরঞ্জক বক্তৃতা দেন। আশ্রা বিশ্ববিদ্যালয়ের প্রাক্তন উপাচার্য ডক্টর মাতা-প্রসাদের সভাপতিত্বে লোকরঞ্জক বিজ্ঞান সম্পর্কে একটি আলোচনা হয়, তাতে ডক্টর বি. কে. নায়ার, ডক্টর রবীন্দ্রলাল রায়, শ্রীরবীন বন্দোপাধ্যায়, শ্রীআশিস সিংহ প্রমুখ অংশ গ্রহণ করেন।

বৈজ্ঞানিক বহুপাঠি ও বিজ্ঞান সম্পর্কিত পুস্তকের প্রদর্শনী বিজ্ঞান কংগ্রেসের বার্ষিক অধিবেশনের অগ্রতম অঙ্গ এবং এবারও তার ব্যতিক্রম হয় নি। অভ্যর্থনা সমিতি, মহীশূরের রাজ্যপাল এবং ইণ্ডিয়ান ইনস্টিটিউট অফ সায়েন্স বিদেশাগত বিশিষ্ট বিজ্ঞানী এবং বিজ্ঞান কংগ্রেসের প্রতিনিধিদের তিন দিন শ্রীতি সম্মিগনে আপ্যায়িত করেন। প্রথম চার দিন ব্যাঙ্গালোর বিশ্ববিদ্যালয়ের ছাত্র-ছাত্রীরা এবং রাজ্য সরকারের লোকরঞ্জক শাখা প্রতিনিধিদের কাছে বিভিন্ন সাংস্কৃতিক অহুষ্ঠান পরিবেশন করেন। কিন্তু এই অহুষ্ঠানগুলি তেমন আকর্ষণীয় ও উচ্চ মানের হয় নি।

অভ্যর্থনা সমিতি প্রতিনিধিদের স্থানীয় কয়েকটি শিল্প প্রতিষ্ঠান দেখাবার ব্যবস্থাও করেছিলেন। প্রতিনিধিদের অনেকে ভারত ইলেকট্রনিক্স, এইচ. এম. টি. যক্তি কারখানা পরিদর্শন করেন। এছাড়া অনেকে ব্যাঙ্গালোর, মাদ্রাজ ও মহীশূরের অজ্ঞাত দর্শনীয় এসিদ্ধ স্থানগুলি দেখতে যান। ব্যাঙ্গালোরের রাঘব রিটার্ট ইনস্টিটিউট বিজ্ঞানাহুগীদেব কাছে একটি বিশেষ আকর্ষণীয় স্থান। ডক্টর রাঘবের পুণ্য স্মৃতিবিজড়িত

এই গবেষণা কেন্দ্রটি দেখবার জন্তে বিশেষ ইচ্ছা ছিল। অত্যর্ধনা সমিতির অন্ততম সম্পাদকের সহযোগিতায় শ্রীমতী লোকসুন্দরী রামনের অহুমতিক্ষেপে এই গবেষণা কেন্দ্রটি দেখে নিজেকে সৌভাগ্যবান মনে করেছি। কিন্তু বিজ্ঞান কংগ্রেসের অধিবেশনের যাত্রা দু-মাস আগে ডক্টর রামনের তিরোধানের কথা শ্রবণ করে আমরা সকলেই বেদনা বোধ করেছিলাম। এবারের অধিবেশনে তাঁকে দেখবার বা তাঁর কথা শোনবার সৌভাগ্য আমাদের হলো না।

অত্যর্ধনা সমিতির কর্তৃপক্ষ ও স্বেচ্ছাসেবক-সেবিকারা প্রতিনিধিদের সুখ-স্বাস্থ্যের জন্তে বিশেষ সচেতন ছিলেন; কিন্তু অধিবেশনের স্থান থেকে ৬/৭ কিলোমিটার দূরে কৃষি বিশ্ববিদ্যালয়ের হোস্টেলগুলিতে তাঁদের থাকবার ব্যবস্থা হয়েছিল, তাঁদের নানা অসুবিধার সম্মুখীন হতে হয়েছিল। তবিশ্রমে অধিবেশনে অত্যর্ধনা সমিতির কর্তৃপক্ষ এই সব বিষয়ে অবহিত হবেন, আশা করি।

বিজ্ঞান-সংবাদ

দৈহিক বুদ্ধির জন্তে কৃত্রিম উপায়ে প্রয়োজনীয় হরমোন উৎপাদন

বিজ্ঞানীরা দীর্ঘকাল ধরেই মানুষের শরীরের গুরুত্বপূর্ণ রাসায়নিক পদার্থসমূহ কৃত্রিম উপায়ে উৎপাদনের চেষ্টা করে আসছেন। রোগ ও অস্বাভাবিকতা নিয়ন্ত্রণ এবং এই সম্পর্কে গবেষণার জন্তে এই ধরনের রাসায়নিক পদার্থের প্রয়োজন। দেহ কর্তৃক জৈব প্রক্রিয়ার উৎপন্ন এক্সন বহু রাসায়নিক পদার্থ বীকণাগারে রাসায়নিক প্রক্রিয়ার প্রস্তুত করা যায়। কিন্তু অল্প আরও অনেক পদার্থ রয়েছে, যা এখনও পর্যন্ত কৃত্রিম উপায়ে উৎপাদন করা যায় নি।

কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত গুরুত্বপূর্ণ জৈব পদার্থসমূহের সংখ্যা ক্রমেই বেড়ে চলেছে। মার্কিন বিজ্ঞানীরা এই তালিকার আর একটি নতুন পদার্থ যোগ করেছেন। এর নাম এইচ. জি. এইচ.—পুরা নাম হিউম্যান গ্রোথ হরমোন, অর্থাৎ মানুষের দৈহিক বুদ্ধির হরমোন। মানুষ উচ্চতা ও স্থলতার দিক থেকে কতটুকু বৃদ্ধি পাবে, তা নিয়ন্ত্রণ

করে এই হরমোন। মানুষের দেহ কয়েকটি খাতোপাদান কি ভাবে কাজে লাগাবে, তা নির্ধারণ করে এইচ. জি. এইচ. এবং অতাবতঃই অত্যন্ত কয়েকটি প্রয়োজনীয় দৈহিক কার্যকলাপও নিয়ন্ত্রণ করে, মানুষের ক্যান্সার রোগের ক্ষতিতে এর কিছু ভূমিকাও থাকতে পারে।

কৃত্রিম উপায়ে এইচ. জি. এইচ. তৈরির সাফল্যের ফলে কালক্রমে মানুষের প্রভূত উপকার হবে বলেই গবেষণাকারী বিজ্ঞানীরা মনে করেন। অবশ্য এই আবিষ্কারের কালে যে আশু বাস্তব সূচক পাওয়া যাবে, তা নয়।

এই কৃত্রিম হরমোন শীঘ্রই প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যাবে। এখন পর্যন্ত এর অভাবে গবেষকদের কাজকর্ম বাধাপ্রাপ্ত হচ্ছে। মৃত ব্যক্তিদের দেহ থেকে এই পদার্থ যে সামান্য পরিমাণে সংগ্রহ করা যায়, তা দিয়েই এতদিন বিজ্ঞানীরা কাজ চালিয়েছেন।

মানুষ কেনই বা বেঁটে হয়, আর কেনই বা বিশালদেহী হয়, তাঁর কারণ নির্ণয় করবার কাজে

গবেষণা এখন অনেক দ্রুততর হবে। কেন
মাছ ও অস্ত্রান্ত্র জীব একটা নির্দিষ্ট আকৃতি
পর্ষন্ত বৃদ্ধি পায়, বিজ্ঞানীরা এই বিষয়েও গবেষণা
করতে সক্ষম হবেন।

ডাঃ চো হাও লী এবং ডাঃ ডি. রামন আইরো
সানফ্রান্সিস্কোর ক্যালিকোর্ণিয়া বিশ্ববিদ্যালয়ের
হরমোন রিসার্চ লেবরেটরীতে কৃত্রিম উপায়ে
এই হরমোন উৎপাদন করেছেন। ডাঃ লী এই
লেবরেটরীর ডিরেক্টর। তাঁর সহকর্মীরা 1956 সালে
এইচ. জি. এইচ. পৃথক করে পরিশোধিত করেন
এবং রাসায়নিক গঠন-প্রণালী আবিষ্কার করেন
1966 সালে। তবে বীক্ষণাগারে এই পদার্থটি
কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত করবার জন্তে তাঁদের আরও
চার বছর সময় লেগে যায়। সাফল্যের সঙ্গে
এই হরমোন তৈরির কথা 7ই জানুয়ারী ঘোষণা
করা হয়েছে।

পিটুইটারী গ্র্যাণ্ড বা গ্রহির সামনের অংশ
থেকে নিঃসৃত দশটি পরিচিত হরমোনের অন্ততম
হলো এইচ. জি. এইচ। মস্তিষ্কের নিম্নাংশে অবস্থিত
এই গ্রন্থিটির আকৃতি একটি মটরদানার মত।
হরমোন হলো দেহ কর্তৃক উৎপন্ন রাসায়নিক পদার্থ।
হরমোন প্রধানতঃ দেহগ্রন্থির মধ্যেই উৎপন্ন হয়
এবং দেহের আকৃতি ও অস্ত্রান্ত্র কিরা-কলাপে
অংশগ্রহণ করে।

ডাঃ লী ও তাঁর সহকর্মীরা এই কয় বছর
ধরে ৪টি পিটুইটারী হরমোন পৃথক ও পরিশোধিত
করেছেন এবং 7টি হরমোনের রাসায়নিক গঠন
আবিষ্কার করেছেন। কিন্তু এপর্যন্ত এর ছুটি মাত্র
কৃত্রিম উপায়ে সৃষ্টি করা সম্ভব হয়েছে।

পিটুইটারী গ্র্যাণ্ড গঁটেবাত বা রিউমেটয়েড
আর্থ্রাইটিস, দেহে রাসায়নিক বিপাকজনিত
ব্যাদি বা মেটাবলিক ডিজিজেস, ক্যালার
রোগ এবং কোন কোন অ্যালাজিক অবস্থাকে
নিয়ন্ত্রিত করে থাকে বলে বিজ্ঞানীদের ধারণা।

এই গ্রহি ও গ্রহি থেকে নিঃসৃত হরমোন সম্পর্কে
আরও কিছু জানা গেলে ঐ সকল ব্যাদির
নিরাময় ও চিকিৎসা আরও সহজ হবে। ঐ
সকল রোগের চিকিৎসার উপরে এই গ্রহি ও
হরমোন সংক্রান্ত তথ্যাদি বিশেষভাবে আলোক-
পাত করবে।

ডাঃ লী গত 32 বছর ধরে এই গ্রহি নিয়ে
গবেষণার ব্যাপৃত রয়েছেন। তিনি পরীক্ষা
করে দেখিয়েছেন যে, এইচ. জি. এইচ. প্রাণীর
দেহে বৃকের দুধ নিঃসরণ ও বৃদ্ধিতে বিশেষ-
ভাবে সাহায্য করে। তাছাড়া এই বস্তুটি পুরুষ
ও নারী দেহের কোন কোন হরমোনের
কার্যকারিতাও বাড়িয়ে দেয় এবং প্রাণিদেহে
রোগের বিরুদ্ধে সংগ্রাম করবার উপযোগী রোগ-
প্রতিরোধক বস্তুর সৃষ্টি করে।

এইচ. জি. এইচ. নামে হরমোনের অংশবিশেষ
প্রাণিদেহে ইনজেকশন করে দেখা গেছে যে,
হাড় তেড়ে গেলে এর কলে ঐ ভাঙ্গা হাড় খুবই
তাড়াতাড়ি জোড়া লাগে এবং রক্তে কোলেস্-
টেরলের পরিমাণ হ্রাস পায়। রক্তবহা নালীতে
কোলেস্টেরল জমলে হৃদরোগ ও অস্ত্রান্ত্র রোগ
দেখা দেয়।

এই পরীক্ষার আরও দেখা গেছে—পশুদেহে
এই হরমোন ইনজেকশন দেবার পর তাদের
গুরুশাক খাদ্য খাওয়ালেও তারা অস্বাভাবিক
রকমের মোটা হয়ে যায় না। মাছের দেহে
এই ইনজেকশন দিলে অল্পকাল পাওয়া বাবে
কি না, সে বিষয়ে পরীক্ষা-নিরীক্ষা চলছে।

ডাঃ লী 1913 সালে চীনের ক্যাংকিনে জন্মগ্রহণ
করেন। 1933 সালে তিনি নানকিং বিশ্ববিদ্যালয়
থেকে স্নাতক হন। 1935 সালে উচ্চতর শিক্ষা-
লাভের জন্তে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে আসেন এবং
1938 সালে ক্যালিকোর্ণিয়ার বার্কলে বিশ্ববিদ্যালয়
থেকে ডক্টরেট উপাধি লাভ করেন।

বৃহস্পতি গ্রহের উৎপত্তি এবং সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহের উদ্ভোগ

আমেরিকার মহাকাশ-বিজ্ঞানীরা এই দশকেই চন্দ্রলোক ছাড়িয়ে মহাকাশের বহু দূরদূরান্তের বিভিন্ন গ্রহে তথ্যসন্ধানী স্বয়ংক্রিয় উপগ্রহ প্রেরণের কথা ভাবছেন।

১৯৭২ ও ১৯৭৩ সালে দুবার এই তথ্য-সন্ধানী অভিযান চালানো হবে বলে আমেরিকার জাতীয় বিমান বিজ্ঞান ও মহাকাশ সংস্থা একটি ঘোষণার জারি করেছেন। মঙ্গলের কক্ষপথ ছাড়িয়ে সৌর পরিসরগুণে এটাই হবে মানুষের প্রথম তথ্য-সন্ধানী উদ্ভোগ।

বাজীবিহীন স্বয়ংক্রিয় দুটি মহাকাশযানই ৫০০০০ গ্রহাণুর বলয় ভেদ করে চলে যাবে বৃহস্পতির দিকে এবং এই বিরাট গ্রহের ১০০০০০ মাটলের মধ্যে থেকে ঐ গ্রহের আলোকচিত্র তুলে ও নানাবিধ বৈজ্ঞানিক তথ্য সংগ্রহ করে পৃথিবীতে প্রেরণ করবে। তারপর চলে যাবে অনন্ত মহাশূন্যের দিকে।

বৃহস্পতির কাছে পৌঁছতে হলে দুটি পায়োনিরার মহাকাশযানেরই ৫০ কোটি মাইল পাড়ি দিতে হবে। এতে তাদের দু-বছর লাগবে। তারপর প্রায় সপ্তাহকাল ঐ গ্রহকে কেন্দ্র করে আবর্তন করার সময় নানাবিধ তথ্যাদি সংগ্রহ করবে।

এই দুটি মহাকাশযানের এক-একটির ওজন হবে ৫৫০ পাউণ্ড এবং প্রত্যেকটিতে থাকবে ৬০ পাউণ্ড ওজনের বৈজ্ঞানিক সাজসরঞ্জাম। দুটিই কেপ কেনেডি থেকে উৎক্ষিপ্ত হবে।

পৃথিবী থেকে ১৮ কোটি মাইল দূরে সূর্য হয়েছে গ্রহাণু বলয়। এতে আছে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র গ্রহ—তাদের কোনটির ব্যাস ৪৮০ মাইল আর কোনটির ব্যাস এক মাইল। ১৮ কোটি থেকে

৩৩ কোটি মাইল পর্যন্ত এই সকল ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র গ্রহ সূর্যকে ঘিরে রয়েছে। পায়োনিরার নামক উপগ্রহ যন্ত্রের এই গ্রহাণু-বলয় শেরিয়ারে যেতে সময় লাগবে ছয় মাসেরও বেশী। এই সকল গ্রহাণুর মধ্যে যে মালামশলা রয়েছে, সেগুলি একত্রিত করলে একটি ছোট আকারের গ্রহের রূপ নিতে পারে।

ঐ গ্রহাণু-বলয়ের মধ্য দিয়ে বাবার সময় মহাকাশযানের যন্ত্রপাতি গ্রহাণুপুঞ্জ থেকে প্রতিফলিত সূর্যের আলো এবং তেজস্ক্রিয় কণার মোটামুটি পরিমাণ সম্পর্কে তথ্যাদি সংগ্রহ করে পৃথিবীতে প্রেরণ করবে। বৃহস্পতির কাছাকাছি আসবার পর ঐ গ্রহের রহস্যপূর্ণ পরিবেশ সম্পর্কেও বহু তথ্য ঐ দুটি মহাকাশযানের যন্ত্র-পাতির সাহায্যে সংগৃহীত হবে।

বৃহস্পতি সম্পর্কে এখনও অনেক কিছুই জানা যায় নি। এর পৃষ্ঠদেশ কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় পদার্থে গঠিত, বিজ্ঞানীরা তা জানেন না। আর যে গ্রহটির ব্যাস পৃথিবীর ব্যাসের ১১ গুণ, সেটি কেন্দ্র করে পৃথিবীর দৃষ্টপূর্ণের চেয়েও বেশী বেগে সূর্যকে প্রদক্ষিণ করেছে? এটিও তাদের কাছে আর একটি রহস্য। তারপর বৃহস্পতির মধ্যে যে লাল কলক বা 'রেড স্পট' রয়েছে, তার রহস্যের কিনারাও আজ পর্যন্ত করা যায় নি। এটি এক জায়গা থেকে ধীরে ধীরে সরে যায়। গত দু-শ' বছরের মধ্যে এটি তিন বার গ্রহটিকে প্রদক্ষিণ করেছে। পায়োনিরার উপগ্রহের যন্ত্রপাতি এই লাল কলকের প্রকৃতি ও সৃষ্টি-রহস্যের স্বরূপ উদ্ঘাটন করতে পারে।

বিজ্ঞানীদের ধারণা, সৌরমণ্ডলীয় এই গ্রহটি সূর্য থেকে যতখানি শক্তি আত্মসাৎ করে, তার চেয়ে বিকিরণ করে অনেক বেশী; অর্থাৎ এর আভ্যন্তরীণ কর্মকাণ্ডের সঙ্গে মিল রয়েছে সূর্যের। মাঝে মাঝে বৃহস্পতি থেকে আসা বেতার-তরঙ্গের প্রচণ্ড আওয়াজ শোনা যায়। ঐ গ্রহের চৌম্বক ক্ষেত্র সম্পর্কে তথ্যাদি জানা গেলে এই সকল রহস্যের উপর আলোকপাত হতে পারে।

পিটুইটারী গ্রন্থি নিয়ন্ত্রণকারী হরমোন

আবিষ্কার

মানবদেহের ক্রিয়াপ্রণালীর অনেক কিছুই পিটুইটারী গ্রন্থি নিয়ন্ত্রণ করে থাকে। আবার এই গ্রন্থির কাজকর্ম নিয়ন্ত্রিত হয় টি. আর. এক. নামে এক প্রকার হরমোনের দ্বারা। দেহবস্তুর বিভিন্ন অত্যাবশ্যক ক্রিয়া সম্পাদন ও নিয়ন্ত্রণের জন্তে বিভিন্ন গ্রন্থিও বা গ্রন্থি থেকে বিভিন্ন প্রকার হরমোন নিঃসৃত হয়ে থাকে। বিজ্ঞানীরা বহুকাল ধরে এই টি.আর.এক-এর সন্ধানে ছিলেন। আমেরিকার টেক্সাস রাজ্যের বেলার ইউনিভারসিটি কলেজ অব মেডিসিনের বিজ্ঞানীরা বলেছেন যে, অতি সামান্য পরিমাণ টি. আর. এক. থাইরপটিন নামে এক প্রকার উপাদান পিটুইটারী গ্রন্থি থেকে নিষ্কাশিত করে। এই থাইরপটিনের জন্তে আবার ঐ গ্রন্থি থেকে থাইরয়েড হরমোন বের হয়ে আসে। জীবদেহের বৃদ্ধির জন্তে ঐ হরমোনের বিশেষ প্রয়োজন।

বিজ্ঞানীরা এই প্রসঙ্গে আরও বলেছেন যে, থাইরয়েড গ্রন্থি সংক্রান্ত যে সকল রোগ দেখা যায়, সেই সকল রোগনিদানে ও চিকিৎসায় টি. আর. এক-এর খুবই গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রয়েছে। কারণ থাইরয়েড-এর ক্রিয়া টি. আর. এক-এর দ্বারাই নিয়ন্ত্রিত হয়।

এই গবেষণার কলাকল খুবই দূরপ্রসারী হতে পারে। কারণ বিজ্ঞানীদের ধারণা, গ্রন্থি নিয়ন্ত্রণকারী অজ্ঞাত উপাদানও মস্তিষ্ক থেকেই নিঃসৃত হয়ে থাকে। মস্তিষ্কের হাইপোথ্যালামাস নামক অংশই টি. আর. এক-এর উৎস। অজ্ঞাত গ্রন্থির ক্রিয়া নিয়ন্ত্রণকারী উপাদানও এখানেই রয়েছে। টি. আর. এক-এর রাসায়নিক গঠন-প্রণালী খুবই

সরল। তিন প্রকার অ্যামিনো অ্যাসিড এর মূল উপাদান। বিজ্ঞানীরা মনে করেন, কৃত্রিম উপায়ে টি. আর. এক. তৈরি করা যাবে।

জীবদেহের তাপমাত্রা, ক্ষুধা, তৃষ্ণা, ঘুম, রক্তে শর্করা, লবণ, জলের পরিমাণ—এমন কি, তাবসমূহ নিয়ন্ত্রণের ব্যাপারেও মস্তিষ্কের হাইপোথ্যালামাস নামক অংশের গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রয়েছে।

কৃত্রিম বৃষ্টিপাত ঘটাবার পরীক্ষা

মাদ্রাজ থেকে সংবাদ সরবরাহ প্রতিষ্ঠান পি.টি. আই জানাচ্ছেন—ভারতের মানমন্দিরসমূহের ডিরেক্টর জেনারেল ডক্টর কোটেখরন 25শে জানুয়ারী এক সাংবাদিক বৈঠকে বলেন—মাদ্রাজে কৃত্রিম উপায়ে বৃষ্টিপাত ঘটানো সম্ভব কি না, সে সম্পর্কে পরীক্ষা-নিরীক্ষা এই বছরেই শুরু হচ্ছে।

গত দশ বছর ধরে দিল্লী, আগ্রা, জয়পুর এলাকায় পরীক্ষা সকল হয়েছে এবং বৃষ্টিপাতের পরিমাণ 20 থেকে 30 ভাগ বেড়ে গেছে।

ডক্টর কোটেখরন আরও বলেন, 24 ঘন্টা আগে ঝড়ের সঙ্কেত দেবার জন্তে আগামী বছরের শুরুতেই মাদ্রাজ ও কলকাতায় 400 কিলোমিটার পাল্লার দুটি রেডার বসানো হবে। প্রতিটি রেডারের জন্তে ব্যয় পড়বে 4 কোটি 2 লক্ষ টাকা।

বঙ্গোপসাগরে ঝড়ের পোনঃপুনিকতার দিকে নজর রেখেই সারা পূর্ব উপকূল বরাবর রেডার বসানো হচ্ছে।

এর ফলে কৃত্রিম উপগ্রহের চেয়ে আরও ভাল কাজ পাওয়া যাবে এবং ঝড়ের অবস্থান সম্পর্কে তথ্য আরও সুনিশ্চিতভাবে জানা যাবে বলেই রেডারের উপর জোর দেওয়া হচ্ছে।

শিক্ষা ও পরীক্ষা-সংস্কার

শান্তিকুমার চট্টোপাধ্যায়*

এক-শ' বছরেরও বেশী প্রচলিত পরীক্ষা-ব্যবস্থাই যে শুধু প্রহসনে পরিণত হয়েছে, তা নয়, পাঠ্যশুচী প্রণয়ন এবং শিক্ষাদানের পদ্ধতিও প্রহসনে পরিণত হয়েছে। শিক্ষার ও পরীক্ষার এই ভাঙন একদিনের সৃষ্টি নয়, প্রায় চার বছর পূর্বে লেখকের 'বর্তমান শিক্ষা' প্রবন্ধে (জ্ঞান ও বিজ্ঞান, দ্বাদশ সংখ্যা, 1966) তার ইঙ্গিত পাওয়া যায়। অন্তঃসারশূন্য শিক্ষা-ব্যবস্থার সংস্কার সম্বন্ধে অনেক পূর্বেই চিন্তা করা উচিত ছিল। দুঃখের বিষয়, এখনও পর্যন্ত কার্যকরী ব্যবস্থারূপে কিছুই পরিলক্ষিত হয় নি। শুধু মতামত বিনিময় করলেই সংস্কার হয় না—ধারাবাহিক সংস্কারের জন্তে কার্যকরী ব্যবস্থার প্রয়োজন। শুধু পরীক্ষা সংস্কারের কথা ভাবলেই চলবে না—পরীক্ষা-সংস্কারের সঙ্গে পাঠ্যশুচী প্রণয়ন ও শিক্ষাদানের পদ্ধতির কথাও চিন্তা করা প্রয়োজন। কোন বিষয়ের প্রগতির দিকে লক্ষ্য রেখে সুসমঞ্জস পাঠ্যশুচী প্রণয়ন এক গুরুত্বপূর্ণ ব্যাপার। পাঠ্যশুচীতে শুধু আবিস্কৃত সত্যের কথা থাকলেই চলবে না—দৃষ্টিভঙ্গীর বিবর্তনের ইতিহাস ও আবিস্কারের ধারার উল্লেখও থাকবে। বিভাগের থেকে বিশ্ববিদ্যালয় পর্যন্ত পাঠ্যশুচী যদি সৃষ্টিস্বিতভাবে তৈরি না হয়, তবে শিক্ষা-জগতে যে এক ছুৰোং আসবে, তাতে সন্দেহ নেই। বিভাগের থেকে বিশ্ববিদ্যালয় পর্যন্ত পাঠ্যশুচীতে যদি কোন ঝাঁক দেখা যায় বা তা কালের উপযোগী না হয়, তাহলে শিক্ষাদানের পদ্ধতিতেও ক্রটি থেকে যায়। পাঠ্যশুচী প্রণয়নে প্রতিটি শিক্ষকের দায়িত্ব আছে, কিন্তু

তা প্রণয়নের সময় সেই দায়িত্বের কথা চিন্তা করা হয় না।

শিক্ষাদানের পদ্ধতির বিষয় কিছু বলতে গেলে প্রথমে মনে পড়ে, ছাত্রের মঙ্গলময় সৃষ্ট শক্তির পূর্ণ বিকাশের কথা এবং তা করতে হলে শিক্ষক ও ছাত্রের মধুর সম্পর্কের প্রয়োজন এবং তা একমাত্র সম্ভব সর্বস্তরে টিউটোরিয়াল ক্লাশের উপর সবচেয়ে বেশী গুরুত্ব আরোপ এবং পরীক্ষা ব্যবস্থায় এই কাজের উপর 50% নম্বর স্থিরীকৃত করা। আজকাল পরীক্ষা-ব্যবস্থার বিকেন্দ্রীকরণের কথা উঠছে, কিন্তু উপযুক্ত টিউটোরিয়াল ক্লাশ ব্যতিরেকে বিকেন্দ্রীকরণের কথা তাবা দায়িত্ব এড়াবার অজুহাত। কারণ প্রচলিত টিউটোরিয়াল ক্লাশের নামে যেখানে এক প্রহসন চলছে, সেখানে টিউটোরিয়ালে প্রাপ্ত নম্বরের ভিত্তিতে সাটিকিকেট দেবার ব্যবস্থাও আর এক প্রহসন। অনাস', স্নাতকোত্তর, ডাক্তারি এবং ইঞ্জিনিয়ারিং পরীক্ষাতেও টিউটোরিয়াল ক্লাশের কথা তাবা উচিত, অন্ত্যধার বিকেন্দ্রীকরণ হলেও কি বিশ্ববিদ্যালয় এই সব পরীক্ষা সৃষ্টভাবে চালাতে পারবেন? পঠন-পাঠন যদি সৃষ্টভাবে না হয়, তবে যে কোন পরীক্ষা-ব্যবস্থা প্রহসনে পরিণত হবে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, একজন শিক্ষককে প্রতি বছর দশটি ছাত্র দিন—তিনি তাদের হাতে-কলমে তাঁর বিষয় শিক্ষা দিবেন, প্রতিদিনের কাজের ভিত্তিতে এবং পরীক্ষার মাধ্যমে তিনি যে সাটিকিকেট দিবেন, তাই ছাত্রের শিক্ষার

সকলতার একমাত্র মাপকাঠি হবে। সার্টিফিকেট দেবার দায়িত্ব হবে শিক্ষকের। এতে যদি মানের তারতম্য সম্বন্ধে কেউ প্রশ্ন তোলেন, তাহলে ছাত্রের কাজের খাতা পরীক্ষার জন্তে কর্তৃপক্ষ পরীক্ষক নিয়োগ করে দেখতে পারেন এবং তৎসঙ্গে নৈবর্তক প্রশ্নের দ্বারা লিখিতভাবে ও মৌখিকভাবে ছাত্রের মেধাশক্তি পরীক্ষা করতে পারেন। ছাত্র শিক্ষকের কাছে থেকে কতটা শিক্ষা নিতে পেরেছে এবং তা ব্যবহার করতে পেরেছে, সেই সব দেখবার দায়িত্ব প্রথম শিক্ষকের। শিক্ষক যতদিন না এই দায়িত্ব গ্রহণ করবেন, ততদিন পর্যন্ত ছাত্র-শিক্ষক সম্পর্কের মধ্যে শূন্যতা বিরাজ করবে। তবে যদি শিক্ষা-শিক্ষকে শিক্ষক তাঁর একমাত্র কর্তব্য বলে স্বীকার করেন, তাহলে তাঁর প্রাপ্য দক্ষিণার জন্তে যেন তাঁকে রাজপথ দিয়ে সরবে রোগান দিতে দিতে যেতে না হয় বা শিক্ষা-বিভাগের কর্মকর্তাদের করুণার অপেক্ষার না থাকতে হয়—তাহলেই শিক্ষকের দায়িত্বধারণ বস্তৃ হবে একমাত্র ছাত্র এবং ছাত্রও শিক্ষককে সময়ে অসময়ে কাছে পাবে। পাঠ্যশ্রুতিতে যদি গ্রহসন না থাকে, শিক্ষাদানের পদ্ধতিতে যদি গ্রহসন না থাকে, তবে যে কোন ধরনের পরীক্ষা গ্রহসনে পরিণত হতে পারে না। তাই বড় বড় থিয়োরিটিক্যাল ক্রাশের সংখ্যা বতদূর সম্ভব কমিয়ে টিউটোরিয়াল ক্রাশের সংখ্যা বাড়ালে শিক্ষক ও ছাত্রের মধ্যে এক নিগূঢ় সম্পর্ক গড়ে উঠবে। তরুণ-মন যদি ঘরে ও বাইরে দেখে সর্বত্র গ্রহসনের খেলা, তবে কি সে চূপ করে

থাকবে? তাই প্রবীণের পুরাতনকে আঁকড়ে ধরবার এবং নবীনের পুরাতনকে ভেঙে গড়বার মধ্যে দ্বন্দ্ব চলছে। শিক্ষাকে কালের উপযোগী করে তুলতে না পারলে এক সর্বনাশা অবস্থার সৃষ্টি হবে।

উপরিউক্ত আলোচনার কলে পরীক্ষা-ব্যবস্থা সংস্কারের নিম্নলিখিত উপায়গুলি উল্লেখ করা যেতে পারে। যথা—(1) পরীক্ষামূলক ডিগ্রিতে টিউটোরিয়াল ক্রাশের কাজের উপর 50% নম্বর স্থিরীকৃত করা, (2) মাত্র এক ঘণ্টার পরীক্ষার নৈবর্তক প্রশ্নের দ্বারা ছাত্রের মেধাশক্তি পরীক্ষা করা, এর জন্তে 25% নম্বর স্থিরীকৃত করা—এই পরীক্ষার যোগ্য প্রশ্নকর্তার দ্বারা প্রশ্নপত্র রচিত হলে ছাত্রদের পরীক্ষার সময় পুস্তকের সাহায্য নিতে অসম্মতি দেওয়া যেতে পারে। এরূপ পরীক্ষার ব্যবস্থা হলে নোটবই ও সাজেশানের চাহিদাও কমে যাবে, (3) মাত্র পাঁচ বা দশ মিনিট মৌখিক পরীক্ষার ব্যবস্থা করা এবং এর জন্তে 25% নম্বর স্থিরীকৃত করা।

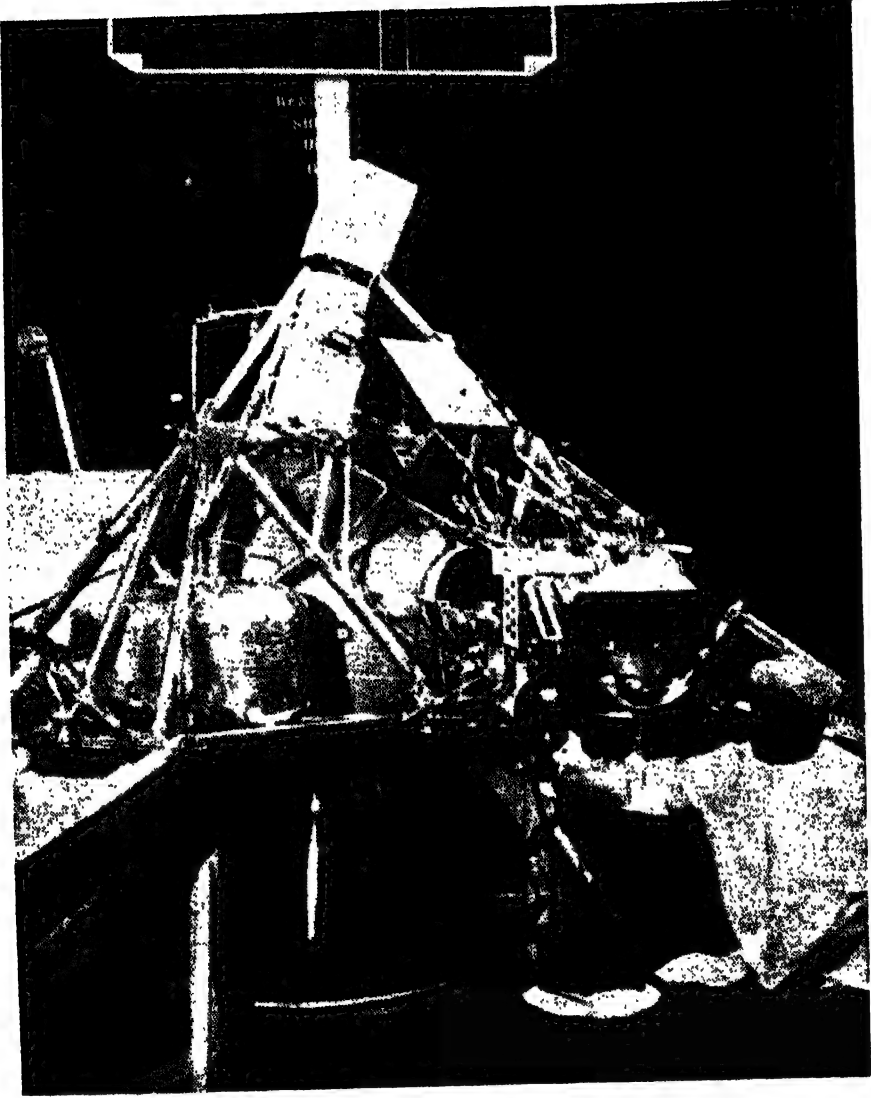
পরিশেষে বলা প্রয়োজন যে, প্রচলিত শিক্ষা-পদ্ধতিতে ছাত্রেরা প্রধানতঃ কতকগুলি পুরাতন আবিষ্কৃত সত্যের কথা পাখীপড়ার মত শেখে—দৃষ্টিভঙ্গীর বিবর্তনের ইতিহাস শেখে না বা আবিষ্কারের দ্বারা বোঝে না। যদিও নতুন পদ্ধতিতে পড়াবার ক্ষমতার জন্তে শিক্ষকেরও চাই উপযুক্ত শিক্ষার ব্যবস্থা এবং এর জন্তে শিক্ষকদের জন্তে নানা ধরনের কলারশিপের ব্যবস্থা থাকা প্রয়োজন এবং ছাত্রদের জন্তেও চাই ভাল এছাগার।

কিশোর বিজ্ঞানীর
দপ্তর

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

ফেব্রুয়ারী — 1971

চতুর্বিংশ বর্ষ — দ্বিতীয় সংখ্যা



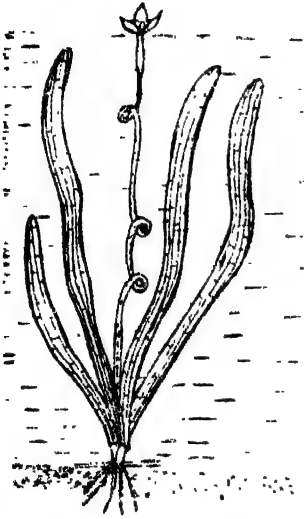
আলুকা স্কাটারার

পৃথিবী ছাড়া মহাকাশের যে কোন জ্যোতিষ্কের উপাদান বিশ্লেষণ করিয়া দেখিবার জন্য আমেরিকায় নির্মিত আলুকা স্কাটারার নামক এই যন্ত্রটি সাভের্নর - ৫ কর্তৃক চন্দ্রপৃষ্ঠে স্থাপন করা হইয়াছে।

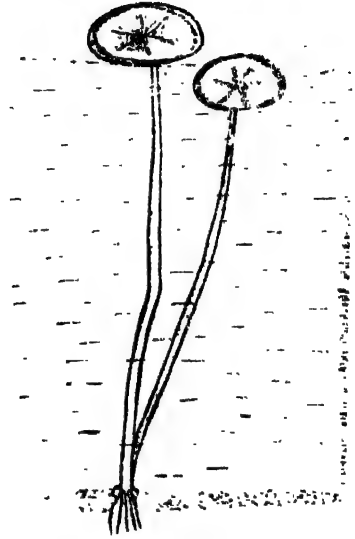
জলজ উদ্ভিদ

আমাদের দেশে প্রধানত: তিন প্রকারের জলজ উদ্ভিদ দেখা যায়। (1) কোনটি জলে ডুবে থাকে, যেমন—পাটাতাওলা; (2) আবার কোনটি জলাশয়ের তলদেশে আটকে থাকে, কিন্তু পাতাগুলি জলে ভাসে। উদাহরণস্বরূপ বলা যেতে পারে—পদ্ম, শালুক ইত্যাদির কথা। (3) আবার কতকগুলি উদ্ভিদকে দেখা যায় জলের উপর সম্পূর্ণ ভাসমান অবস্থায় রয়েছে; যেমন—কেশরদাম, কচুরিপানা ইত্যাদি।

এই সব উদ্ভিদের মূল, কাণ্ড এবং পাতার মধ্যে কিছু না কিছু বৈচিত্র্য আছে। কিন্তু কেন এই বৈচিত্র্য? একটু চিন্তা করলেই দেখতে পাওয়া যাবে—বৈচিত্র্যের প্রধান কারণ হলো পারিপাশ্বিক আবহাওয়া, যার পরিপ্রেক্ষিতে প্রত্যেক উদ্ভিদের আকৃতি-গত পরিবর্তন হয়েছে।



পাটাতাওলা



পদ্ম

যদি এই সব উদ্ভিদকে পুখুপুখুরূপে পরীক্ষা করা যায়, তাহলে প্রথমত: দেখা যাবে যে, এরা জলের মধ্যে বাস করে বলে এদের দেহে প্রয়োজনের অতিরিক্ত জল জমে, দ্বিতীয়ত: পর্যাপ্ত পরিমাণে অক্সিজেনও পায় না। ফলে এদের দেহে আকৃতিগত নানা বৈচিত্র্য দেখা দেয়।

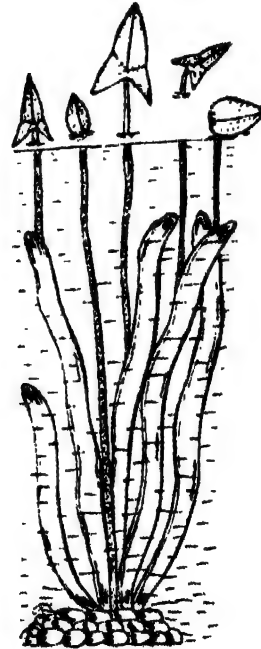
জলজ উদ্ভিদের কাণ্ড খুবই নরম এবং এদের মধ্যে অসংখ্য বাতাবকাশ থাকে। একটু চাপ দিলেই জল আর বাতাস বের হয়ে আসে। এই কারণে জলের মধ্যে থেকেও এরা বায়ুর অভাব বোধ করে না। এই সঞ্চিত বাতাসের সাহায্যেই শ্বাসকার্য ও খাদ্য উৎপাদনকার্য সমাধা হয়ে থাকে। অতিরিক্ত বাতাবকাশ থাকবার দরুন উদ্ভিদগুলি হালকা

হয়ে জলে ভাসমান অবস্থায় থাকতে পারে। এই সব উদ্ভিদের কতকগুলি মূল খুব সরু আবার কতকগুলিতে একেবারে কোন মূলই থাকে না। উদাহরণস্বরূপ বলা যেতে পারে—সাঁজির কথা।

মূলের প্রসঙ্গে প্রথমেই বলা প্রয়োজন—জলজ উদ্ভিদের মূল স্থলজ উদ্ভিদের মূলের মত দৃঢ় হয় না। মূল থাকলেও মূলত্র ও মূলরোম থাকে না। কারণ স্থলজ উদ্ভিদের মত এদের মূলের সাহায্যে মাটি আঁকড়ে দাঁড়িয়ে থাকবার প্রয়োজন হয় না এবং এরা সর্বদেহ দিয়ে চতুষ্পার্শ্ব থেকে জল ও জলে মিশ্রিত লবণসমূহ গ্রহণ করে। সুতরাং মূলের বিশেষ প্রয়োজন হয় না বললেই হয়। কেশরদামের ক্ষেত্রে অস্থানিক মূলগুলি পর্ব থেকে বের হয় এবং জলের উপর ভাসমান অবস্থায় থাকে। এগুলি ভাসমান মূল নামে পরিচিত। এই মূলগুলিকে সাদা রঙের ভিজা তুলার মত দেখায়। আবার কেউ কেউ একে জলজ শ্বাসমূল বলে থাকেন। এই মূলগুলির দেহের অভ্যন্তরের কোবের মধ্যস্থিত প্রচুর বায়ু এই সব উদ্ভিদকে জলের উপর ভাসমান অবস্থায় থাকতে সাহায্য করে। অনেকের ধারণা এই বায়ুর দ্বারা এরা শ্বাসকার্য পরিচালনা করে।



সিমনোকাইলা



সাজিটেরিয়া

পাতার মধ্যেও বৈচিত্র্য আছে। এই বৈচিত্র্য নির্ভর করে পাতার সম্পূর্ণ জলে ডুবে থাকা বা না থাকবার উপর এবং জলের প্রোতের পরিমাণের উপর। যে সব উদ্ভিদের

পাতা জলের উপর ভাসে, কিন্তু দীর্ঘ পত্রবৃন্তের সাহায্যে জলাশয়ের তলদেশে আটকে থাকে। সেগুলির পাতা সাধারণতঃ গোলাকার, বড় বড় এবং তৈলাক্ত বলে মনে হয়। এরূপ হবার কারণ, যাতে পাতার উপর জল জমতে না পারে। পদ্ম ও শালুক পাতার উদাহরণ দেওয়া যেতে পারে। এদের দীর্ঘ পত্রবৃন্তের উপর একটু চাপ দিলেই জল ও বায়ু বের হয়ে আসে। এদের পাতার উপরের স্বক বেষ পুরু এবং তাতে পত্ররক্ত বা ষ্টোমাটা থাকে। পত্রের স্বকের উপর কম-বেশী সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম ছিদ্র আছে, যেগুলিকে বলা হয় পত্ররক্ত বা ষ্টোমাটা। এই পত্ররক্ত শুধুমাত্র গ্যাসই নির্গত করে না, আবার তা গ্রহণও করে এবং আলোকসংশ্লেষণ, শ্বাসকার্য, বায়ু থেকে জলীয় বাষ্প গ্রহণ এবং অতিরিক্ত জল বাষ্পাকারে নির্গত করতে সাহায্য করে। পাতার নীচের স্বক খুব পাতলা হয় জল আহরণের সুবিধার জন্তে। সুতরাং পত্ররক্তের উপস্থিতিরও প্রয়োজন হয় না। তাই পত্ররক্ত থাকলেও নিতান্ত অকাজে অবস্থায় থাকে।

আবার যে সব উদ্ভিদ জলে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত থাকে, সেগুলির পাতা হয় লম্বা, সরু এবং খুব পাতলা। সেগুলিতে পত্ররক্ত থাকে না। কারণ পাতলা স্বকের মধ্য দিয়ে জলের সঙ্গে লবণ ও গ্যাস অনায়াসেই যাতায়াত করতে পারে; যেমন—পাতাঝাঁজি। জলের মধ্যস্থিত পাতাগুলি পাতলা হবার কারণ কিউটিকলবিহীন স্বক এবং কোষগাঙ্গে কিউটিন ও সুবারিনের একান্ত অভাব। কিউটিন মোমের মত এক প্রকার পদার্থ এবং সুবারিন হলো একপ্রকার তৈলাক্ত পদার্থ। এই দুই পদার্থের মধ্য দিয়ে জল বা গ্যাস যাতায়াত করতে পারে না। এই দুই পদার্থ কোষ-প্রাচীরের গাঙ্গে সাধারণতঃ সঞ্চিত থাকে। কিন্তু এক্ষেত্রে এর একান্ত অভাব দেখা যায়।

আবার যদি দেখা যায় যে, জলে বেশ স্রোতের প্রাবল্য রয়েছে, তবে সেই স্থানের উদ্ভিদের সব পাতা লম্বা লম্বা সূতা বা কাঁটার মত আকার ধারণ করে। এর কারণ হচ্ছে—সরু সূতার মধ্য দিয়ে যাতে জলের স্রোত বাধাপ্রাপ্ত না হয়ে অনায়াসেই যাতায়াত করতে পারে।

আবার অনেক সময় দেখা যায়, কতকগুলি উদ্ভিদের দেহের কিছুটা জলের মধ্যে এবং অবশিষ্টটা জলের উপরে রয়েছে। এসব উদ্ভিদ উভচর নামে পরিচিত। লিমনোকাইলা, স্ফাজিটেরিয়া, কার্বেনথেরা, রেনানকিউলাস ইত্যাদি এই ধরনের উদ্ভিদ। লিমনোকাইলা ও রেনানকিউলাসের ক্ষেত্রে জলের মধ্যস্থিত পাতাগুলি সূতার মত আকার নেয় এবং জলের উপরের অংশের পাতাগুলি প্রায় গোলাকার হয়। এই সকল উদ্ভিদের বাসস্থান স্রোতপূর্ণ জলাশয়। কার্বেনথেরা উদ্ভিদের জলের মধ্যস্থিত সব পাতা কাঁটার আকার ধারণ করে এবং জলের উপরের অংশের পাতাগুলি গোলাকার বা ডিম্বাকার হয়। স্ফাজিটেরিয়া উদ্ভিদের পাতাগুলি জলের মধ্যে লম্বা হয়ে থাকে এবং জলের উপরের অংশের পাতাগুলি ত্রিকোণাকৃতির হয়। এই উদ্ভিদকে সাধারণতঃ স্রোতহীন জলাশয়ে

দেখতে পাওয়া যায়। তাছাড়া একই উদ্ভিদে দুই রকমের পাতা দেখা যায়। এর প্রধান কারণ নির্ভর করে আলোর তীব্রতা এবং বাষ্পমোচনের পরিমাণের উপর। জলের উপরের অংশে আলোর তীব্রতা এবং বাষ্পমোচনের পরিমাণ বেশী। কাজেই সেখানকার পাতাগুলি প্রায় গোলাকার বা ডিম্বাকৃতির হয় এবং জলের মধ্যে আলোর তীব্রতা এবং বাষ্পমোচনের পরিমাণ অনেক কম। ফলে উদ্ভিদের নিমজ্জিত অংশের পাতাগুলি লম্বা, কটকাকৃতি অথবা সরু সূতার মত হয়।



টোকাপানা

এখন আভ্যন্তরীণ অবস্থা বিচার করলে দেখা যায়, সব রকম জলজ উদ্ভিদই স্পঞ্জের স্থায় কোষ দিয়ে গঠিত। এই সব কোষ অ্যারেনকাইমা নামে পরিচিত। কতিপয় কোষ একসঙ্গে যুক্ত অবস্থায় বিভক্ত হয় এবং বড় বড় কোষান্তর রক্তের সৃষ্টি করে। এই কোষান্তর রক্তগুলি বায়ুপূর্ণ থাকে।

কচুরিপানার স্ফীত পত্রবৃন্ত এই রকম অ্যারেনকাইমা নামক কোষ দিয়ে গঠিত এবং এর মধ্যে সঞ্চিত বায়ু উদ্ভিদটিকে জলের উপর ভাসমান অবস্থায় থাকতে সাহায্য করে। পদ্মফুলের বীজের মধ্যে এই রকম বায়ুপূর্ণ কোষ দেখা যায়। এর সাহায্যে বীজ বিস্তারের সময় হালকা হয়ে জলের উপর ভাসমান অবস্থায় এক স্থান থেকে সহজেই অন্য স্থানে চলে যেতে পারে।

জলজ উদ্ভিদে মিকানিক্যাল কোষ বা কোলেনকাইমা কোষ নেই বললেই চলে এবং পরিচলন কোষ খুব অল্প পরিমাণে বিদ্যমান। ভাসকুলার কোষগুলি

কেন্দ্রস্থলের কেন্দ্রস্থলে অবস্থিত। মূল ও কাণ্ডের প্রান্তে গোণ কোষের বৃদ্ধি সম্পূর্ণরূপে অল্পপস্থিত। এটি জলজ উদ্ভিদের একটি প্রধান বৈশিষ্ট্য। অল্প কথায় এই হলো জলজ উদ্ভিদের আভ্যন্তরীণ গঠনের কথা।

এখন দেখা যাক, এদের বংশবিস্তার কিভাবে সম্পন্ন হয়। প্রথমেই বলে নেওয়া প্রয়োজন যে, জলজ উদ্ভিদের অধিকাংশই বহু বর্ষজীবী। অধিকাংশ উদ্ভিদ হাইবারনেশনের পন্থায় বহু বর্ষ জীবিত থাকে। হাইবারনেশন অর্থাৎ উদ্ভিদের প্রতি শাখার শেষে একটি করে শীতকালীন বড় মুকুল জন্মায়, যাতে প্রচুর পরিমাণে খাদ্য সঞ্চিত থাকে। এই মুকুলগুলি শীতকালে শাখাচ্যুত হয়ে জলাশয়ের তলদেশে পড়ে এবং গরম আবহাওয়ায় প্রস্ফুটিত হয়ে থাকে; উদাহরণস্বরূপ—আর্টিকুলেরিয়া, পোটামোগিটন ইত্যাদির কথা বলা যেতে পারে।

আবার অনেক উদ্ভিদ অল্পজ জননের সাহায্যে নিজেদের বংশবিস্তার করে থাকে। অল্পজ জনন অর্থাৎ বীজ থেকে গাছ উৎপন্ন না হয়ে কাণ্ড থেকেই নতুন গাছ জন্মায়। এটা কিরূপে সম্ভব? মূল উদ্ভিদের কাণ্ডটি জলের উপরিতলের সঙ্গে সমান্তরালভাবে বৃদ্ধি পায়। কাণ্ডটি খুব সরু, নরম এবং পর্বমধ্যগুলি বেশী দীর্ঘ হয় না। পর্বের উপর দিক থেকে পাতা এবং নীচের দিক থেকে অস্থানিক মূল বের হয়। আর দুই পর্বের মধ্যের অংশটি ধীরে ধীরে নষ্ট হয়ে এক-একটি স্বাধীন উদ্ভিদে পরিণত হয়। এই ধরনের অল্পজ জনন কেবলমাত্র জলে সম্পূর্ণ ভাসমান উদ্ভিদের মধ্যেই সীমাবদ্ধ; যেমন—কচুরিপানা, টোকাপানা ইত্যাদি।

এই বিষয়ে উল্লেখযোগ্য বিষয় হচ্ছে পাটাশ্রাওলার পরাগসংযোগ। পাটাশ্রাওলার পুরুষ ফুল স্প্যাডিক্সের আকারে অবস্থান করে। এক-একটি পূর্ণতাপ্রাপ্ত পুরুষ ফুল বস্তুচ্যুত হয়ে জলের উপরিতলে ভাসমান অবস্থায় থাকে। অপর দিকে স্ত্রী-পুষ্পের দীর্ঘ পুষ্পবস্তু কুণ্ডলীর আকারে জলের নীচে থাকে এবং যখন পূর্ণতা লাভ করে তখন ধীরে ধীরে কুণ্ডলী খুলে যায় এবং জলের উপরিতলে ভাসমান অবস্থায় অবস্থান করে এবং ঐ স্ত্রী-পুষ্পটিকে চারদিক থেকে পুরুষ ফুল ঘিরে থাকে। অতঃপর পুরুষ ফুলের পরাগধানী কেটে যায় এবং পরাগ চারদিকে ছড়িয়ে পড়ে। আঠালো পরাগ স্ত্রী-পুষ্পের গর্ভমুণ্ডে লেগে যায়। একেই পরাগসংযোগ বলা হয়। পরাগসংযোগ হবার সঙ্গে সঙ্গে পুষ্পবস্তু পুনরায় কুণ্ডলী পাকিয়ে জলাশয়ের তলদেশে চলে যায়। জলাশয়ের তলদেশে পৌঁছবার পর ফল পূর্ণতা লাভ করে। আর সেই পূর্ণতাপ্রাপ্ত ফল থেকেই আর একটি নতুন পাটাশ্রাওলার জন্ম হয়। এই জাতীয় জলজ উদ্ভিদের সংখ্যা এভাবেই ক্রমশঃ বৃদ্ধি পায়।

এগান্ধী রানচৌধুরী

কেফিনের কথা

পৃথিবীর প্রায় সব দেশেই চা এবং কফির কদর—বিশেষ করে শীতপ্রধান অঞ্চলের লোকের প্রিয় পানীয় হলো চা এবং কফি। আগের দিনে চায়ের নেশা খুব কম লোকেরই ছিল। তখন চা সম্পর্কে লোকের ধারণাই ছিল অল্প রকম। এখন কিন্তু চা-কে একটি প্রিয় পানীয় হিসাবে আমরা ব্যবহার করছি। এই ব্যাপারে কফিও কম যায় না। এই চা এবং কফির মধ্যে এক রকম রাসায়নিক পদার্থ আছে, যাকে বলা হয় কেফিন। চা ও কফিতে এই কেফিনের মাত্রা বেশী থাকলে ঐ চা বা কফি খেলে শরীরের নানা রকম ক্ষতি হতে পারে। পরীক্ষা করে দেখা গেছে, কিডনী ও হৃৎপিণ্ডের কর্মক্ষমতা হ্রাস পাওয়ার কারণ, কেফিনমিশ্রিত চা ও কফি পান করা। কাজেই চা ও কফি থেকে যদি কেফিন বের করে নেওয়া যায়, তবে এই সব রোগযন্ত্রণা থেকে রেহাই পাওয়া যেতে পারে। সেই জন্তে বর্তমানে এ নিয়ে বিভিন্ন দেশে গবেষণা চলছে।

কারো কারো মতে, চা এবং কফিতে কেফিনের উপস্থিতি শুধুমাত্র ক্ষতিকারকই নয়, এর কিছু উপকৃতিও আছে। এর জন্তে বর্তমানে নানা রকম ওষুধ প্রস্তুতিতে কেফিন ব্যবহার করা হচ্ছে। ডাক্তারী মতে, স্নায়ুতন্তুগুলিকে কার্যক্ষম রাখতে ও শরীর থেকে মূত্র নির্গমন ঠিক রাখতে হলে কেফিনই একমাত্র ওষুধ। শরীরের ক্লান্তি ও অবসাদ দূর করতে কেফিন যথেষ্ট সহায়তা করে। মাথা ধরলে বা মাথায় ব্যথা হতে থাকলে কেফিন খুবই ফলপ্রসূ। পরীক্ষার আগে রাত জাগবার জন্তে ছাত্রসমাজে এই বড়ি খুবই আদরনীয়। ঠাণ্ডা পানীয়ের সঙ্গে অল্প পরিমাণে কেফিন মিশিয়ে পান করলে মুহূর্তের মধ্যেই ক্লান্ত শরীরকে চাঙ্গা করা যায়। এবার কেফিনের গঠন সম্পর্কে কিছু বলছি।

কেফিন (যার কেমুলা $C_8H_{10}N_4O_2$) হলো পিউরিন গ্রুপের একটা যৌগ। আরও পরিষ্কার করে বলতে গেলে কেফিনকে 1,3,7 ট্রাইমিথাইলজ্যান্থিনও বলা যেতে পারে। কফি ও চা ছাড়া গ্যারানা, কোলা বাদামে প্রচুর পরিমাণে এবং কোকোতে স্বল্প পরিমাণে কেফিন থাকে। কৃত্রিম উপায়েও আজকাল কেফিন তৈরি করা হচ্ছে। তবে কেফিন প্রস্তুতের জন্তে কফি ও চা-ই বেশী পরিমাণে ব্যবহৃত হয়, কারণ এই দুটিতে অসংখ্য জিনিষের তুলনায় কেফিনের পরিমাণ অনেক বেশী। শুধু কফি তৈরির সময় অবশেষ হিসাবে কেফিন পাওয়া যায়। এই কফিতে শতকরা 1.2 ভাগ কেফিন থাকে। কেফিন সংগ্রহ করার জন্তে অনেক রকম পদ্ধতির সহায়তা নেওয়া হয়। বাগান থেকে কফি সংগ্রহের পর সেগুলিকে পরিষ্কার করে জলে ধুয়ে রোজে শুকানো হয়। পরে মেশিনের সাহায্যে একেবারে গুঁড়া করা হয়। এই পদ্ধতিতে শতকরা প্রায় 97 ভাগ কেফিন দূর হয়ে যায়। ব্যবসায়িক দিক দিয়ে পূর্বোক্ত পদ্ধতিই লাভজনক। এই পদ্ধতিতে কেফিনবিমুক্ত কফির স্বাদ ও গন্ধ অবিকৃত থাকে। কফি থেকে কেফিন দূর করার আরও অনেক পদ্ধতি আছে। তন্মধ্যে একটা পদ্ধতি হলো, পরিষ্কার করার পর কফিকে একটি বিশেষ ত্র্যাকে ভিজিয়ে রাখা। এই

পদ্ধতিতে প্রথমে কফি থেকে শতকরা ১০ থেকে ১৪ ভাগ আর্দ্রতা দূর করা হয়। তারপর যে জিনিষটা পাওয়া যায়, তার সঙ্গে একটা জৈব দ্রাবক ট্রাইক্লোরোইথিলিনের বিক্রিয়া ঘটানো হয়, যাতে ৯৭% কেফিন দূরীভূত হয় কফি থেকে। এর পর যে অবশেষ পড়ে থাকে, তার মধ্যে খুব তাড়াতাড়ি বাষ্প পাঠানো হয়। এখন এই যে কফি পাওয়া গেল, তা সম্পূর্ণ কেফিনমুক্ত। এই কেফিনমুক্ত কফিকে আরও ভালভাবে শুকিয়ে নিয়ে প্যাক করে বিভিন্ন বাজারে রাখা হয়। আগেই বলেছি, পরিশুদ্ধ কেফিন থেকে আজকাল নানা রকম ওষুধ প্রস্তুত করা হচ্ছে। পরিত্যক্ত কেফিনকে পরিশুদ্ধ করার জন্যে কেফিনের মধ্য দিয়ে গরম জলের প্রবাহ পাঠানো হয়। এই গরম জলে কেফিন সহজেই দ্রবীভূত হয়। তার পর এই দ্রবণকে ঠাণ্ডা করলে কেলাসের আকারে কেফিন বেরিয়ে আসে।

কেফিন যে কেবল কফি থেকেই সংগৃহীত হয়, তা নয়—চা থেকেও প্রচুর পরিমাণে কেফিন পাওয়া যায়। চা বাগানের চা তোলবার পর মাটিতে যে চায়ের পাতা, ডাঁটা পড়ে থাকে, তার মধ্যেও শতকরা ৩-৪ ভাগ কেফিন থাকে। এই কেফিন সংগ্রহ করতে হলে ঐ সব চায়ের পাতার সঙ্গে জল ও চুন মিশিয়ে কিছুক্ষণ গরম করে নিতে হয়। এখন এই যে দ্রবণ পাওয়া গেল, তাকে ক্রমাগত গরম ও ঠাণ্ডা করে স্ফটিকে পরিণত করা হয়। কয়েক বার ক্রিস্টালাইজ করলে বিশুদ্ধ কেফিন পাওয়া যায়। চুন ছাড়াও টলুওল বা ক্লোরোফর্মের সঙ্গে বাগান থেকে কুড়ানো চা-পাতা বা অন্যান্য ময়লামিশ্রিত চা এবং পরিমিত জল মিশিয়ে আল দিলেও কেফিন পাওয়া যেতে পারে।

তোমরা জান, পৃথিবীর মধ্যে চা উৎপাদনে ভারতের স্থান প্রথম। সত্যিই এটা আমাদের গর্বের বিষয়। বহু যুগ ধরে পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে ভারতীয় জাহাজ চা বোঝাই করে পাড়ি দিয়ে আসছে। পরিবর্তে নিয়ে আসছে বহু আকাঙ্ক্ষিত বৈদেশিক মুদ্রা। ভারতবর্ষের চা-এর অভাব নেই। আমাদের দেশে প্রচুর পরিমাণে কেফিন উৎপন্ন করা যেতে পারে এই চা থেকে। হুঃখের বিষয়, চা থেকে কেফিন তৈরির কারখানা ও প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যের বড়ই অভাব আমাদের দেশে, ফলে আমরা কেফিন তৈরি করতে পারছি না! ওষুধ তৈরির জন্যে প্রয়োজনীয় কেফিন বিদেশ থেকে কিনে আনতে হচ্ছে বহু পরস্যা খরচ করে। বাণিজ্য দপ্তরের মতে, ১৯৬৪-৬৫ সালে ৩৪,৩১৫ কিলোগ্রাম কেফিন কিনতে হয়েছে বিদেশ থেকে। আর ১৯৬৫-৬৬ সালে এই পরিমাণ বেড়ে গিয়ে দাঁড়ায় ৭৭০৯৫ কিলোগ্রামে। অথচ আমাদের দেশে উৎপন্ন চায়ের পরিমাণ হলো ৩৩৫ লক্ষ কিলোগ্রাম। এর মধ্যে অর্ধেক চা আসে আসাম থেকে।

সম্প্রতি আসামের Regional Research Laboratory চা থেকে কেফিন তৈরির জন্যে এক কারখানা স্থাপন করেছেন। বৈদেশিক মুদ্রা লাভের ব্যাপারে তাঁদের এই প্রচেষ্টা প্রশংসনীয়।

হিরোল রায়

মেঘ-বিদ্যুৎ-বজ্রপাত

প্রাচীন যুগের মানুষ আকাশের কোলে বিদ্যুৎ ও বজ্র সম্বন্ধে অনেক কিছু অদ্ভুত কল্পনা করতো। বিদেশী প্রাচীন পণ্ডিতদের এই সম্বন্ধে এক মজার ধারণা ছিল যে, মেঘের ভিতরকার কিছু পরিমাণ বাষ্প জ্বলেই বুঝি বিদ্যুতের সৃষ্টি হয়। কিন্তু শেষ পর্যন্ত বিজ্ঞানীদের অক্লান্ত প্রচেষ্টার ফলে আসল তথ্য জানা যায়। ইংল্যান্ডের বিখ্যাত বিজ্ঞানী ফ্যারাডেই হলেন এই রহস্য সমাধানের পথিকৃৎ।

পরীক্ষায় দেখা গেছে, আকাশে যে মেঘ ভেসে বেড়ায়—তা তড়িৎগ্রস্ত। ধরা থাক, কোন একধরনের মেঘ কোন কারণে ধন-বিদ্যুৎ পূর্ণ হয়েছে। কোন জিনিষকে বিদ্যুৎযুক্ত করে তার কাছে যদি আর একটা পরিচালক পদার্থ রাখা হয়, তবে তাতে বিপরীতধর্মী বিদ্যুৎ জন্মায়—একে বিদ্যুতের আবেশ বলে। তারপর দুই বিদ্যুতের শক্তির প্রাবল্যে যখন বিদ্যুৎ-শক্তির অবক্রম (Potential gradient) প্রতি ইঞ্চিতে প্রায় 30,000 ভোল্ট, তখন বাতাসের বাধা তুচ্ছ হয়ে গিয়ে দেখা যায় উজ্জল আলোর গতি, যাকে বলি বিদ্যুৎ-স্করণ বা তড়িৎ-মোক্ষণ।

তাহলে বিদ্যুৎ কি একটা আগুনের মত জিনিষ? না, বিদ্যুতকে কখনো চোখে দেখা যায় না। ফুলিঙ্গের আলো বিদ্যুতের আলো নয়। এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় ঘাবার প্রাকালে বৈদ্যুতিক শক্তি মাধ্যমের বাতাস ও ধূলিকণাকে উত্তপ্ত ও প্রজ্জ্বলিত করে এবং তারই ফলস্বরূপ আমরা আলো দেখতে পাই। তাই বিদ্যুৎ তাপ বা আলো সৃষ্টি করে মাত্র।

বিদ্যুৎ-চমকের আকৃতি-প্রকৃতি নানা রকম, কখনো গগন বিদৌর্ঘ করে আগুনের বলের মত সোজাপথে নীচে নেমে আসে, কখনো বা মেঘের কোলেই আঁকাবাঁকা পথে মিলিয়ে যায়। যখন বিদ্যুৎ-শক্তির প্রাচুর্য থাকে, তখন সোজাপথে চলে, তা না হলে শাখা-প্রশাখায় বক্রগতি দেখা যায়। কম শক্তিশালী বিদ্যুৎ তার গতিপথে কোন কঠিন কণিকা, পূর্ববর্তী কোন বিদ্যুৎ-স্করণের পথ বা অন্য কোন জিনিষের বাধা পেলে গতিপথ পরিবর্তন করে ভিন্ন পথে কম বাধায় চলে। এমন করেই সৃষ্টি হয় বিদ্যুতের আঁকাবাঁকা পথ। এছাড়াও অনেক সময় দেখা যায় কোন বিদ্যুৎ-ফুলিঙ্গ নেই, অথচ মেঘ-জমা আকাশের কোলে আলোর আভাস পাওয়া যায়। কারণ হিসেবে বলা যায়, একই মেঘের ভিতরে এক দিকের বিদ্যুৎ যখন অন্য দিকের বিদ্যুতের সঙ্গে মিলিত হতে যায়, তখনই সৃষ্টি হয় ঐ রকম আলো কিংবা দৃষ্টির বাইরে দূরের কোন মেঘ থেকে বিদ্যুতের আলোর প্রতিকলন।

সমস্ত বিদ্যুৎ-ফুলিঙ্গের রং এক রকম নয়—কখনো সাদা, কখনো ডামাটে আবার

কখনো বেগুনী। সাধারণতঃ কম উচ্চতার মেঘ থেকে সাদা ফুলিঙ্গ—আর খুব উঁচু মেঘ থেকে নির্গত ফুলিঙ্গগুলিকে বেগুনী রঙের দেখা যায়। ফুলিঙ্গের রং থেকে তাই মোটামুটি মেঘের একটা উচ্চতা অনুমান করা যায়।

বিদ্যুতের সঙ্গে বজ্রপাতের সম্পর্ক কোথায়? মেঘের বিদ্যুৎ যখন মেঘ থেকে ছুটে এসে মাটিতে পড়ে, তখন এই বিদ্যুৎ-ফুলিঙ্গকেই আমরা বাজ বলি। ধরা থাক, মাথার উপরের মেঘ ধন-বিদ্যুতে পূর্ণ। স্বাভাবিক কারণে নীচের মাটিতে ঋণ বিদ্যুতের আবেশ হবে। তড়িৎবাহিত মেঘ ও কাছের পৃথিবী-পৃষ্ঠকে একটা ধারক হিসাবে ধরা যায়। বাতাস হলো মধ্যকার তড়িৎ-বিভাজক (Dielectric)। বিদ্যুতের শক্তি যত বাড়বে অর্থাৎ যতই বিভব-পার্থক্য বৃদ্ধি হবে, ততই তাদের মিলনের প্রবণতা বৃদ্ধি পাবে। যখন বিভব-পার্থক্য একটা নির্দিষ্ট মান অতিক্রম করে যায়, তখন তড়িৎ-বিভাজক অকেজো হয়ে পড়ে—তুই বিপরীতধর্মী বিদ্যুতের মিলনে আর তা বাধাদান করতে পারে না। তাই ধন-বিদ্যুৎ প্রকাণ্ড ফুলিঙ্গের আকার নিয়ে নীচে এসে মিলিত হয় মাটির বিদ্যুতের সঙ্গে—যাকে বলা হয় বজ্রপাত।

বজ্রপাতে বাড়ী-ঘর, গাছপালা সব পুড়ে ভেঙ্গে চুরমার হয়ে যায়, কখনো কখনো প্রাণীদের মৃত্যুও ঘটে। বজ্রপাতে মৃত্যু কিন্তু মোটেই কষ্টকর বা যন্ত্রণাদায়ক নয়। মেঘ থেকে মাটিতে আসতে বিদ্যুতের এক সেকেন্ডের লক্ষ লক্ষ ভাগের চেয়েও কম সময় লাগে। মৃত্যু ঘটতে লাগে আরও কম সময়। মৃত্যু-যন্ত্রণা বোঝবার আগেই আসে মৃত্যু। অনেক সময় বজ্রপাতের জ্বালা থেকে কখনো এক-শ' বা দু-শ' হাত দূরের প্রাণীকেও মরতে দেখা যায়। হঠাৎ শারীরিক পরিবর্তনই এই মৃত্যুর কারণ। বজ্রপাতের পূর্বে মাটিতে, তথা প্রাণিদেহে উপরকার মেঘ বিদ্যুতের আবেশ সৃষ্টি করে অর্থাৎ তখন প্রাণিদেহে বিদ্যুৎ জমা হয়। বজ্রপাতের সঙ্গে সঙ্গে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক বিদ্যুৎ মিলে সব বিদ্যুতের বিলুপ্তি ঘটায়। হঠাৎ প্রাণিদেহে বিদ্যুতের বিলুপ্তি ঘটলে শরীরের ভিতর ঘটে বিদ্যুৎ পরিবর্তন, ফলে অসহ্য হই প্রচণ্ড ঝাঁকুনি। প্রাণীরা তা সহ্য করতে না পেরে মারা যায়। ছ'চার-শ' গজ দূরে বাজ পড়লে গন্ধক পোড়বার মত এক রকম গন্ধও পাওয়া যায়, কারণ বিদ্যুৎ-ক্ষরণের সময় সেখানকার অক্সিজেন ওজোনে (O_3) পরিণত হয়।

বিদ্যুৎ-ক্ষরণের পরেই গগনভেদী গর্জন শোনা যায়। বিদ্যুৎ-প্রবাহ যে পথে চলে, প্রচণ্ড তাপের জ্বলে সেখানকার বাতাস হঠাৎ উত্তপ্ত, সম্প্রসারিত ও হাল্কা হয়ে উপরে উঠতে চেষ্টা করে এবং প্রায় সহসাই তা ঠাণ্ডা হয়ে যায়। সে সঙ্গে চতুর্দিকের বেলী চাপের বাতাসও চাপ দেয়—ফলে হয় সঙ্কোচন। আর এই সব চাপ বা ক্রান্ত আলোড়নই সৃষ্টি করে মেঘ-গর্জন বা বজ্রনাদের। বিদ্যুৎ যখন সোজা পথে গিয়ে কাছের মেঘে উপস্থিত হয়, তখন কামানের গোলা ছোঁড়বার আওয়াজের মত কেবল একটা শব্দ শুনে পায়। আর আঁকাবাঁকা পথে চলেই শোনা যায় গুরু গুরু আওয়াজ। বাতাসকে

আলোড়িত করে মেঘের বিদ্যুৎ যে শব্দের ঢেউ তোলে, তা ঘুরে-কিরে মেঘ থেকে মেঘে ধাক্কা খেয়ে বেড়ায় ; অর্থাৎ হয় শব্দের বহুল প্রতিফলন বা প্রতিধ্বনি আর তারই ফলে হয় গুরুগুরু আওয়াজ ।

বিদ্যুৎ-চমকের স্থায়িত্বকাল কখনও $\frac{1}{1000}$ সেকেন্ডের বেশী হয় না । বিদ্যুৎ-চমকের কিছু পরেই অবশেষের পর্দায় ধাক্কা দেয় তার শব্দ । আলো এবং শব্দ যদিও একসঙ্গেই উৎপন্ন হয়, তথাপি এক সঙ্গে দেখা ও শোনা যায় না । বিদ্যুতের আলো ও শব্দের দৌড়ের পাল্লায় শব্দ বেশ পিছনে পড়ে যায় । আলো চলে সেকেন্ডে এক লক্ষ হির্যাশি হাজার মাইল বেগে, আর শব্দ চলে সেকেন্ডে মাত্র 1120 ফুট বেগে । এক মাইল দূরের মেঘ থেকে এই গতিতে শব্দের আসতে প্রায় পাঁচ সেকেন্ড সময় লাগে অথচ ঐ দূরত্ব থেকে আসা চোখে-পড়া আলোর জন্মে যে সময় লাগে, তা ধর্তব্যের মধ্যেই আসে না । বজ্রনাদ শুনে তাই বজ্রাহত হবার ভয় থাকে না, কারণ বজ্রাহত ব্যক্তির বজ্রনাদ শোনবার সময় থাকে না । আলো দেখবার কত সেকেন্ড পরে শব্দ শোনা গেল, তা জানলে বিদ্যুৎ-ক্ষুরণের দূরত্ব অতি সহজেই জানা যায় । অনেক সময় আবার আলোর নিশানাই শুধু দেখা যায়, কিন্তু তার শব্দ কানে এসে পৌঁছায় না । তার মানে হলো, অনেক দূরের মেঘে বিদ্যুৎ-ক্ষুরণ হয়েছে, তাই শব্দ কানে এসে পৌঁছুতে পারে না ।

1752 সালে বেঞ্জামিন ফ্রাঙ্কলিন তাঁর বিখ্যাত ঘুড়ির পরীক্ষার দ্বারা প্রমাণ করেন যে, মেঘ তড়িৎগ্রস্ত অবস্থায় থাকে । বায়ুমণ্ডল ও মেঘে বিদ্যুৎ-উৎপত্তির উৎস কোথায় ? বায়ুমণ্ডল ও মেঘে তড়িতাধানের উপস্থিতির নানাবিধ কারণ বিজ্ঞানীরা দেখিয়েছেন । সূর্য থেকে আসা অতিবেগুনী রশ্মি, মহাজগৎ থেকে বিকিরিত মহাজাগতিক রশ্মি, পৃথিবী-পৃষ্ঠের তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে নির্গত রশ্মি প্রভৃতি বায়ুমণ্ডলের কণা ও মেঘের জলবিন্দুগুলিকে সর্বদা তড়িতাহিত করে । ডক্টর জি. সি. সিম্পসনের (1909) সর্বজনস্বীকৃত আবিষ্কৃত তত্ত্বই মোটামুটিভাবে মেঘে বিদ্যুৎ-উৎপত্তির রহস্যের সমাধান করেছে । ডক্টর সিম্পসন কিছুদিন ভারতেই আবহাওয়া অফিসে কাজ করেছিলেন । প্রথমে মেঘ সম্বন্ধে কিছুটা অমুসন্ধান করা হয় । গ্রীষ্মের প্রথর উত্তাপে পুকুর, নদী, সমুদ্র প্রভৃতির জল বাষ্পীভূত হয় । জলীয় বাষ্প বায়ু অপেক্ষা হালকা, তাই ওপরের দিকে ওঠবার সময় ঠাণ্ডা হয়ে ছোট ছোট জলকণায় পরিণত হয় । বাতাসে ভাসমান অসংখ্য জলকণা যখন এক জায়গায় জড়ো হয়, তখনই তাকে মেঘ বলা হয় । জলকণাগুলি ঠাণ্ডা বাতাসের সংস্পর্শে এসে একত্রে জমাট বেঁধে বড় বড় ভারী ফোঁটার পরিণত হয় । বাতাসে তখন সেগুলি আর ভেসে থাকতে পারে না বলেই ভূপৃষ্ঠে পড়ে—একে বলা হয় বৃষ্টিপাত । নানা রকমের মেঘ দেখা যায় । নীল আকাশের গায়ে ভেসে বেড়ায় পৌষা তুলা বা জড়ো-করা পাখীর পালকের মত

মেঘ—তার নাম অলকমেঘ (Cirrus)। মাটি থেকে প্রায় পাঁচ-সাত মাইল উপরে এর অবস্থান এবং এই মেঘে বৃষ্টি হয় না। স্থলীকৃত তুলার মত মেঘকে বলা হয় তৃপ-মেঘ (Cumulus)। তৃপমেঘের চূড়াগুলির আকৃতি লক্ষ্য করলেই বোঝা যায় যে, নীচেকার বাষ্পই উপরে উঠে জমাট বেঁধেছে। এই তৃপমেঘই বৈশাখ মাসে ঘটায় কালবৈশাখী কিংবা বড়, বিদ্যুৎ, বজ্রপাত ও শিলাবৃষ্টি। শরতের শেষে সূর্যোদয় ও সূর্যাস্তের সময় দিগন্ত রেখার কাছে এক রকম ধূসর বর্ণের মেঘ স্তরে স্তরে সাজানো থাকে, তার নাম হলো স্তরমেঘ (Stratus)। স্তরমেঘ থেকে অনেক সময় বৃষ্টি হয়। প্রায় সমগ্র বর্ষাঋতুতে আকাশজোড়া কালো মেঘের ঘনঘটা দেখা যায়—একে বলা হয় জলদ মেঘ (Nimbus)। এই মেঘ মাটির প্রায় আধ মাইলের কাছাকাছি থেকে বজ্র-বিদ্যুৎসহ প্রচুর বৃষ্টিপাত ঘটায়।

বড় বৃষ্টির ফোঁটা যখন খুব উঁচু থেকে নীচের দিকে পড়তে থাকে, তখন তা তার নিজের আকৃতি ঠিক রাখতে পারে না—বিকৃত ও বিস্তৃত হয় এবং ভেঙ্গে ভেঙ্গে ছোট ছোট বিন্দুতে পরিণত হয়। গণিতের সাহায্যে এবং প্রত্যক্ষ পরীক্ষায় দেখা যায় যে, এই বিন্দুগুলির ব্যাস কখনও $\frac{1}{8}$ ইঞ্চির বেশী হয় না। জার্মান পণ্ডিত লেনার্ড দেখিয়েছেন যে, জলের ফোঁটা যত বড়ই হোক না কেন, তা বাতাসের ভিতর দিয়ে সেকেণ্ডে নয় গজ বেগে নীচে নামতে গেলেই ভেঙ্গে ছোট ছোট বিন্দুতে পরিণত হবে। শুধু তাই নয়, নীচের বাতাসও যখন সেকেণ্ডে নয় গজ বেগে উপরে উঠতে থাকে, তখনও সেই প্রবাহে বড় বড় বৃষ্টির ফোঁটা ভেঙ্গে ছোট ছোট জলকণায় বিভক্ত হয়ে যায়। যদি নিজের বেগ বা বাতাসের বেগ সেকেণ্ডে নয় গজের বেশী হয়, তাহলেই বড় জলবিন্দুগুলি ভেঙ্গেচুরে ছোট হয়ে যায়। তাই খুব বড় বৃষ্টির ফোঁটা মাটিতে পড়তে দেখা যায় না। সিমলার পাহাড়ে বসে পরীক্ষা করে ডক্টর সিম্পসন দেখিয়েছেন যে, নিজের বেগ বা বাতাসের বেগ সেকেণ্ডে নয় গজের বেশী হলেই বড় জলবিন্দুগুলি ভেঙ্গে ছোট হয়ে যায়; ছোট বিন্দুগুলি ধন-বিদ্যুতে এবং পাশের বাতাস ঋণবিদ্যুতে আহিত হয়। ভেঙ্গে যাবার প্রাকালে জলকণা থেকে কতকগুলি ইলেকট্রন বেরিয়ে যাওয়ায় এই ব্যাপার ঘটে থাকে। জলপ্রপাত বা ফোয়ারার কাছের বাতাসকেও ঠিক একই কারণে ঋণ-বিদ্যুতে আহিত দেখা যায়। নীচে নামবার সময় ধনাত্মক বিদ্যুৎ-যুক্ত জলকণাগুলির মধ্যে যেগুলি উর্ধ্বগামী বাতাসের প্রচণ্ড প্রবাহের মধ্যে পড়ে, সেগুলিকে বাধা হয়ে বাতাসের সঙ্গে উপরের দিকে যেতে হয়। কিন্তু উপরে উঠেও নিস্তার নেই। কারণ সম-ভিত্তি পরস্পরকে বিকর্ষণ করে। সুতরাং একই ধন-বিদ্যুতে পরিপূর্ণ জলকণাগুলি উপরে উঠে পৃথক থাকবার জন্তে চেষ্টা করে। এর ফলে ছোট জলকণাগুলি মিলে ঠিক আগের মত বড় বড় ফোঁটার আকৃতি ধারণ করে নীচে নামতে শুরু করে। ফোঁটাগুলি তখন কিন্তু প্রচুর ধন-বিদ্যুতে পূর্ণ থাকে। নীচে নামবার সময় আবার এগুলি ছোট ছোট জলকণায়

বিভক্ত হয় এবং একই ভাবে উপরে এসে বড় ফোঁটায় পরিণত হয়। এরূপ কিছুক্ষণ অবিরাম উঠা-নামা চলে এবং সঙ্গে সঙ্গে ধন-বিদ্যুতের পরিমাণও ক্রমেই বৃদ্ধি পেতে থাকে। অবশেষে অধিকাংশ জলের ফোঁটা ধন-বিদ্যুৎ সঙ্গে নিয়ে বৃষ্টির আকারে ভূপৃষ্ঠে পতিত হয়; ফলে মেঘের চূড়াগুলি ঋণ-বিদ্যুতে পূর্ণ হয়ে যায়। তার পর এই বিদ্যুতের পরিমাণ যখন বেশী হয়, তখন মেঘের অগ্র অংশে ধন-বিদ্যুতের আবেশ সৃষ্টি হয়। এর পর দুই বিপরীতধর্মী বিদ্যুৎ ফুলিঙ্গাকারে মিলিত হয়ে তড়িৎ-মোক্ষণ বা বিদ্যুৎ-চমক সৃষ্টি হয়। এইভাবে কিন্তু সব ঋণ-বিদ্যুতের বিলুপ্তি ঘটে না; কিছু কখনো কখনো ছোট ছোট জলবিন্দুর সঙ্গে বৃষ্টির সময় মাটিতে পতিত হয়। পরীক্ষা করে দেখা গেছে ধনাত্মক আয়ন অপেক্ষা ঋণাত্মক আয়নকেই কেন্দ্র করে সহজে বাষ্প জমা হয়ে বৃষ্টির ফোঁটায় পরিণত হয়। সুতরাং এভাবে গঠিত বৃষ্টির ফোঁটা প্রধানতঃ ঋণ-তড়িৎই বহন করবে। এই প্রসঙ্গে আর একটা কথা বলা দরকার, বিদ্যুৎ আবহাওয়া ও বৃষ্টির সময় বাতাস সাধারণতঃ ঋণ-তড়িৎগ্রস্ত থাকে; অগ্র সময় অর্থাৎ ভাল আবহাওয়ায় ধন-তড়িৎগ্রস্ত অবস্থায় থাকে। বাতাসের তড়িৎবাহিতা জেনে বলা যায়—আবহাওয়া কিরূপ যাবে। বৃষ্টির পর বাতাসকে যদি বেশী পরিমাণ ধন-তড়িৎগ্রস্ত দেখা যায়, তাহলে বলা যায় আবহাওয়া কয়েক দিন ভাল যাবে।

একজন বিজ্ঞানী হিসেব করে দেখিয়েছেন যে, প্রতি বছরই প্রায় দেড়কোটি বার বিদ্যুতের সঙ্গে ঝড় হয় এবং প্রত্যেক সেকেন্ডে পৃথিবীর আকাশে এক-শ' বার বিদ্যুৎ-ঝলক হয়। তাঁর মতে, কোন লোক যদি চাঁদ থেকে পৃথিবীকে দেখে, তাহলে পৃথিবীকে একটা বিদ্যুতের গোলক বলে তার মনে হবে। সে জগ্রে কিন্তু মেঘে সৃষ্ট বিদ্যুতের পরিমাণ মোটেই বেশী নয়, ঘরের বৈদ্যুতিক বাতিতে এক মিনিটে যত বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়, মেঘের এক-একটা বড় ফুলিঙ্গে তার বেশী বিদ্যুৎ থাকে না। তবে এই অল্প বিদ্যুতের চাপ খুব বেশী, সে জগ্রেই এই চাপ সামলাতে না পেরে বড় গাছ বা বাড়ী ভেঙ্গেচুরে মাটিতে পড়ে যায়।

সত্যেন্দ্রকুমার ঘোড়াই*

* পদার্থবিজ্ঞা বিভাগ, মেদিনীপুর কলেজ, মেদিনীপুর

প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন 1। থার্মো-ইলেকট্রিসিটি সম্বন্ধে কিছু জানতে চাই।

শ্যামল রাউত, পূর্বা রাউত ও কবিতা রাউত,
মুর্শিদাবাদ

প্রশ্ন 2। E. E. G. কি?

কেবলকুমার দত্ত, বাঁকুড়া
বেলা হালদার, মালদহ

উ: 1। দুটি বিভিন্ন ধাতুর তারের সাহায্যে কোন বর্তনী তৈরি করে ধাতু দুটির দুই প্রান্তের সংযোগস্থলের মধ্যে যদি তাপমাত্রার প্রভেদ রাখা হয়, তাহলে বর্তনীতে তড়িৎ-প্রবাহের সৃষ্টি হয়। 1821 সালে বিজ্ঞানী সীবেক এই তথ্য আবিষ্কার করে এর নাম দেন থার্মো-ইলেকট্রিসিটি। সংযোগস্থল দুটির মধ্যে তাপমাত্রার ব্যবধান বাড়তে শুরু করলে প্রবাহের মাত্রা বাড়তে বাড়তে একটি সর্বোচ্চ মাত্রায় গিয়ে পৌঁছায়। এর পর প্রবাহ কমতে শুরু করে এবং শেষে প্রবাহের মান শূন্য হয়ে বিপরীত দিকে তড়িৎ-প্রবাহ শুরু হয়। তাপ-মাত্রা বাড়বার সঙ্গে সঙ্গে তড়িৎ-প্রবাহের মান বিভিন্ন ধাতুর বর্তনীর ক্ষেত্রে বিভিন্ন হয়ে থাকে। বর্তনীতে যে দুটি ধাতুর তার সংযুক্ত থাকে, তাদের যুগ্ম অবস্থাকে বলা হয় থার্মো-ক্যাপল। উপরিউক্ত প্রক্রিয়াকে সীবেকের নামানুসারে সীবেক প্রক্রিয়া বলা হয়।

ইলেকট্রন তত্ত্বের সাহায্যে এই থার্মো-ইলেকট্রিসিটির ব্যাখ্যা পাওয়া যায়। ইলেকট্রন তত্ত্ব অনুযায়ী প্রত্যেকটি ধাতুর মধ্যে অসংখ্য মুক্ত ইলেকট্রন থাকে, যেগুলি ধাতুর মধ্যে ঘুরে বেড়ায়। এই মুক্ত ইলেকট্রনের সংখ্যা ধাতুর প্রকৃতি ও তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে। দুটি বিভিন্ন ধাতুর তারকে যখন পরস্পর দুই প্রান্তে সংযুক্ত করা হয়, তখন যে তারের মধ্যে মুক্ত ইলেকট্রনের সংখ্যা বেশী থাকে, তাৎক্ষণিক অল্প তাপে ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হয়ে যায়, ফলে দুই প্রান্তের সংযোগ স্থলেই একটা বিভব-প্রভেদের সৃষ্টি হয়—যার মান ক্রমশঃ বাড়তে থাকে এবং শেষে আর ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হতে পারে না। ধাতু-নির্মিত তার দুটি যখন একই তাপমাত্রায় থাকে, তখন দুই প্রান্তে

বিভব-প্রভেদ থেকে উদ্ভূত তড়িচ্চালক বলের মান সমান ও বিপরীতমুখা হয়—তাই তড়িৎ-প্রবাহ সম্ভব হয় না। কিন্তু যেহেতু ইলেকট্রনের ঘনত্ব তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে, অতএব সংযোগ স্থলের মধ্যে তাপমাত্রার প্রভেদ রাখলে দুই প্রান্তের সংযোগ স্থলে পারস্পরিক বিভব-প্রভেদ ও তড়িচ্চালক বলের মধ্যে পার্থক্য হবে। এই দুই বলের বিয়োগফলই তখন বর্তনীতে তড়িৎ-প্রবাহ ঘটায়।

উ: 2। E.E.G. হচ্ছে ইলেক্ট্রোএনসেফালোগ্রাফ (Electroencephalograph) যন্ত্রের সংক্ষিপ্ত নাম।

মস্তিষ্কের স্নায়ুতন্ত্রের মধ্যে পারস্পরিক বৈদ্যুতিক বিভব-প্রভেদ থাকে। এই প্রভেদ বিভিন্ন স্নায়ুতন্ত্রের ক্ষেত্রে বিভিন্ন। এই তড়িৎ বিভব রেখায়িত করবার যন্ত্রকে E. E. G. বলা হয়।

মস্তিষ্ক থেকে প্রাপ্ত এই তড়িৎ-শক্তির পরিমাণ খুবই কম। এই শক্তি আহরণ করতে হলে জেলিজাতীয় পদার্থের সাহায্যে মস্তিষ্কের বিভিন্ন জায়গায় অনেকগুলি তড়িৎ-দ্বার বসানো হয়। তড়িৎ-দ্বারের অল্প প্রান্তগুলি E. E. G. যন্ত্রের সঙ্গে যুক্ত থাকে। প্রত্যেকটি তড়িৎ-দ্বারে প্রাপ্ত তড়িৎ-শক্তিকে যন্ত্রের দ্বারা যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয়, যা শেষে একটি কলমকে গতিশীল করে কাগজের উপর রেখাঙ্কিত করায়। রেখাঙ্কনের কাগজও একটা নির্দিষ্ট গতিতে সরতে থাকে। বিভিন্ন জায়গার বিভিন্ন কলমের রেখাঙ্কন থেকে মস্তিষ্কের বিভিন্ন জায়গার তড়িৎ-শক্তির বিস্তার, স্পন্দন প্রভৃতি বিষয়ে তথ্য পাওয়া যায় এবং এই তথ্যের সাহায্যে মস্তিষ্কের রোগের বিশ্লেষণ ও চিকিৎসা করা হয়ে থাকে।

শ্রীমন্তেন্দ্র দে*

বিবিধ

‘বিজ্ঞান জিজ্ঞাসা’ পত্রিকার বর্ষপূর্তি অনুষ্ঠান

পশ্চিম বঙ্গের বহরমপুর থেকে ‘বিজ্ঞান জিজ্ঞাসা’ নামক যে পত্রিকাটি প্রকাশিত হচ্ছে, তার বর্ষপূর্তি উপলক্ষে গত ২৭শে ও ২৮শে ডিসেম্বর ঐ সহরে কয়েকটি মনোজ্ঞ অনুষ্ঠান আয়োজিত হয়। বিজ্ঞানের বিভিন্ন বিষয় সম্পর্কে আলোচনা করেন আর. জি. কর. মেডিক্যাল

শীর্ষক আলোচনা-চক্রে কয়েকজন বিজ্ঞানী, বিজ্ঞান-শিক্ষক, বিজ্ঞান-লেখক এবং স্কুলের ছাত্রও অংশগ্রহণ করেন।

বাংলা ভাষার প্রকাশিত বিজ্ঞানবিষয়ক পুস্তক ও পত্রিকার একটি প্রদর্শনীর আয়োজন করা হয়েছিল। প্রদর্শনী উদ্বোধন করেন মুর্শিদাবাদের অতিরিক্ত জেলা শাসক শ্রীমুজিতশঙ্কর চট্টোপাধ্যায়। প্রদর্শনীটির বিশেষ আকর্ষণ ছিল



‘বিজ্ঞান-জিজ্ঞাসা’ পত্রিকা কর্তৃক আয়োজিত বিজ্ঞানবিষয়ক পুস্তক ও পত্র-পত্রিকা প্রদর্শনীর একাংশ। [কটো—ঠার টুডিও, বহরমপুর]

কলেজের ডাঃ কানীময় ভট্টাচার্য ও ডাঃ বজ্রেশ্বর সেনগুপ্ত, বিশ্বভারতীর অধ্যাপক শ্রীসমীরকুমার ঘোষ, দেশ পত্রিকার শ্রীসমরজিৎ কর, গবেষণা পত্রিকার সম্পাদক শ্রীঅশীষকুমার সিংহ এবং বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের কর্ণসচিব ডক্টর জয়ন্ত বসু ও পরিষদের কার্যকরী সমিতির অন্ততম সদস্য শ্রীশঙ্কর চক্রবর্তী। ‘বাংলা ভাষার ‘বিজ্ঞান-চর্চা’

উনবিংশ শতাব্দীর কয়েকটি হুস্ত্রাণ্য পত্র-পত্রিকা।

‘বিজ্ঞান জিজ্ঞাসা’ পত্রিকার সম্পাদক শ্রীআলোক সেন, প্রকাশক শ্রীবিমল বসু, ব্যবস্থাপক শ্রীঅশোকরঞ্জন দে এবং অত্যন্ত কর্মীদের প্রশংসনীয় উত্তম ও অক্লান্ত পরিশ্রমে বর্ষপূর্তি অনুষ্ঠান সর্বতোভাবে সাফল্যমণ্ডিত হয়। এই অনুষ্ঠান পরিচালনার সহযোগিতা করেন পশ্চিমবঙ্গ

সরকারের তথ্য ও জনসংযোগ বিভাগের মুর্শিদাবাদ শাখা।

রকেট-ট্রেন

টোকিও থেকে সংবাদ সরবরাহ প্রতিষ্ঠান ইউ. পি. আই. কর্তৃক প্রচারিত এক সংবাদে জানা যায়—জাপানী অধ্যাপক হিসানোজো ওজারা ‘রকেট-ট্রেন’ তৈরি করতে চলেছেন, যেটা বায়ুহীন টিউবের মধ্য দিয়ে ঘণ্টায় 2500 কিলোমিটার বেগে ছুটে চলবে।

ডক্টর ওজারা বলেন—আমার ট্রেন মাটির উপর দিয়ে চলবে, কিন্তু এর গতিবেগ হবে বিমানের মত। 1956 সাল থেকে তিনি এই পরিকল্পনা নিয়ে কাজ করছেন। নানা রকম যান্ত্রিক সমস্তার সমাধান করতে গিয়ে তিনি কোথাও সফল হয়েছেন, আবার কোথাও ব্যর্থ হয়েছেন। অতি সম্প্রতি একটি ব্যাং, একটি কল্‌প ও একটি আরসোলাকে যাত্রী হিসাবে নিয়ে তিনি পরীক্ষা চালান, কিন্তু ত্রেক ‘চালু না হওয়ার তিনটি প্রাণীই মারা যায়। পরবর্তী পরীক্ষার সফল হবে বলেই তিনি আশা করছেন। ধূমহীন বিস্ফোরক নাইট্রোগ্লিসারিন রকেট-ট্রেনের যান্ত্রিক শক্তি জোগাবে।

শুক্রগ্রহে সোভিয়েট মহাকাশযান

টাস জানাচ্ছেন, মানব আরোহীবিহীন সোভিয়েট মহাকাশযান ভেনাস-7 15ই ডিসেম্বর শুক্রগ্রহে পৌঁচেছে এবং পৌঁছুতে সময় লেগেছে 120 দিন।

মহাকাশযানটি ডিসেম্বর মাসে শুক্রগ্রহে পৌঁছাবার পর সরকারীভাবে কোন খবর না দেওয়ার অজুহাত করা হয়েছিল যে, সেটি হয় অগ্নে গেছে, নয়তো সংঘর্ষের কলে বিনষ্ট হয়েছে।

মহাকাশযানটির শুক্রগ্রহে অবতরণের খবর

দিয়ে টাস বলেছে যে, মহাকাশযানটি শুক্রগ্রহে অবতরণের পর 23 মিনিট ধরে সঞ্চেত পাঠিয়েছে।

টাস বলেছে, ভেনাস-7 কর্তৃক প্রেরিত তথ্য থেকে জানা গেছে যে, সন্ধ্যাতারা বলে পরিচিত এই শুক্রগ্রহের উপরিভাগের তাপমাত্রা 475 ডিগ্রী সেন্টিগ্রেডের এদিকে-ওদিকে 20 ডিগ্রী সেন্টিগ্রেডের মত হেরফের হয়।

শুক্রগ্রহের বায়ুমণ্ডলের চাপ পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলের চাপের প্রায় 90 গুণ।

ভেনাস-7 পূর্ববর্তী ভেনাস-5 ও ভেনাস-6-এর চেয়ে ভারী। ভেনাস-5 ও ভেনাস-6 1969 সালের মে মাসে প্যারাগুয়ে করে শুক্রগ্রহের বায়ুমণ্ডলের মধ্য দিয়ে 24 ঘণ্টারও কম ব্যবধানে নামে।

তারা ভেনাস-4-এর মত শুক্রপৃষ্ঠে অবতরণের আগেই পুড়ে গিয়েছিল বলে অজুহাত করা হয়। তারা নীচে নামবার সময় যে সব তথ্যাদি পাঠায়, তাতে আগেরগুলিরই মত জানা যায় যে, শুক্রগ্রহের বায়ুমণ্ডল প্রধানতঃ কার্বন ডাই-অক্সাইড দিয়ে গঠিত বলে পৃথিবীতে যে ধরণের জীব দেখা যায়, সেখানে তা থাকতে পারে না।

মহাকাশযানের চীক ডিজাইনার মন্তব্য করেছেন, শুক্রগ্রহে যদি কোনদিন মানুষ নামেও, তবু কয়েক বছরের মধ্যে নামতে পারবে বলে মনে হয় না।

ব্যাঙের লড়াই

মালয়েশিয়া থেকে ইউ. পি. আই. কর্তৃক প্রচারিত এক সংবাদে প্রকাশ—পেনাং থেকে 110 মাইল দক্ষিণে একটি রাস্তার পাশে এক জলাভূমিতে 17ই জাহারারী দুই জাতের হাজার হাজার ব্যাং পরস্পরের মধ্যে প্রচণ্ড লড়াই শুরু করে। লড়াই থেমে বাবার পর দেখা যায়,

ঐ এলাকার শত শত মরা ব্যাং ছড়িয়ে রয়েছে এবং আহত ব্যাঙের আর্তনাদে সমস্ত অঞ্চলটিতে এক বিশ্রী অবস্থার সৃষ্টি হয়েছে। গত বছর এই জায়গার কাছে একটি রবার বাগানে প্রায় ২ হাজার ব্যাঙের মধ্যে ৬ দিন ধরে এক প্রচণ্ড লড়াই হয়েছিল।

নীল গোলাপ

ব্যাঙালোর থেকে সংবাদ সরবরাহ সংস্থা ইউ. এন.আই. কর্তৃক প্রচারিত এক সংবাদে প্রকাশ—নরাদিল্লীর ভারতীয় কৃষি গবেষণা সংস্থার বিজ্ঞানীরা এখন খাঁটি নীল রঙের একটি গোলাপ ফুল কোটাতে ব্যস্ত। স্বর্গত: অধ্যাপক সি. ভি. রামনের নামে এই গোলাপের নাম হবে। তিনি রং আর গোলাপের অমুরাগী ছিলেন। এই গোলাপটির জন্ম-রহস্যের মূলে তাঁর প্রজ্ঞাবণ্ড কাজ করেছে।

বীণাখুন্টের সমন্বয়কার ক্রুশবিদ্ধ কঙ্কাল আবিষ্কার

জেরুজালেম থেকে সংবাদ সরবরাহ সংস্থা এ. পি. কর্তৃক প্রচারিত এক সংবাদে প্রকাশ—ইজরায়েলের পণ্ডিতেরা প্রায় ২ হাজার বছর আগে ক্রুশবিদ্ধ একজন মানুষের কঙ্কাল আবিষ্কার করেছেন। নৃতত্ত্ববিদ ত্রীনিকো হাস ওরা জাহুরারী বলেন, দণ্ডিত ব্যক্তির হাঁটুতে একটি লোহার পেরেক মারা হয়েছিল, পেরেকটিও পাওয়া গেছে। তিনি আরও বলেন, ছবি থেকে বীণাখুন্টের চেহারার যে আভাস পাওয়া যায়, তার সঙ্গে ঐ কঙ্কালের কোন সাদৃশ্য নেই।

তিনি আশা করেন যে, একদিন হয়তো বীণাখুন্টের দেহাবশেষও আবিষ্কার করা সম্ভব হবে। যে পাথরের শব্দধারে উপরিউক্ত ব্যক্তির মৃতদেহটি সমাহিত করা হয়, তার উপর 'ইয়েচো-চানান' নামটি খোদাই করা আছে। এই থেকে বোঝা যায় যে, ঐ ব্যক্তি ইহুদি ছিলেন।

গাব্‌রা

ইউ. এন.আই. কর্তৃক প্রচারিত এক সংবাদে জানা যায়—উত্তর জাপানের আসাহিরামা চিড়িয়াখানার কর্তৃপক্ষের উদ্যোগে গাধা আর জেব্রার সংমিশ্রণে এক সুন্দর-জীব সৃষ্টি করা সম্ভব হয়েছে। তার নাম রাখা হয়েছে ইংরেজীতে—ডব্রা (ডক্কি-জেবরা)। বাংলার বলা যায়—গাব্‌রা। নতুন জন্তুটি (একটি মাদী বাচ্চা) কালো গাধার মত। ঘাড়ের উপর গাধার মত চুলও আছে। তার পাগুলি কিন্তু তার জেব্রা মায়ের মতই ডোরাকাটা।

ভীষণ পরমাণু অস্ত্রের যুগ আসছে

রাষ্ট্রসভ্য থেকে পি. টি. আই. কর্তৃক প্রচারিত এক সংবাদে জানা যায়—রাষ্ট্রসভ্য সাধারণ পরিষদ পরমাণু অস্ত্র প্রতিযোগিতা বন্ধের জন্তে যে আবেদন জানিয়েছিলেন, তা অগ্রাহ্য করে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র তরফর পরমাণু অস্ত্রের যুগ সূচনা করছে।

পেন্টাগনের পক্ষ থেকে ৪৫ জাহুরারী ওয়াশিংটনে ঘোষণা করা হয় যে, স্বতন্ত্রভাবে লক্ষ্যে নিক্ষেপযোগ্য এবং আঘাত করে ফিরে আসবার ক্ষমতা সম্পন্ন বহু পর্যায়ের প্রথম মারণাজ্ঞা এখন যুক্তরাষ্ট্রের পর্যায়ে এসে গেছে এবং এই রকম ৫০টি মিনিটম্যান-৩ ক্ষেপণাজ্ঞা কমিশন করা হয়েছে। প্রত্যেকটি ক্ষেপণাজ্ঞা তিনটি করে মারণাজ্ঞা থাকবে। একবারের উৎক্ষেপণেই তিনটি একত্রে সক্রিয় হবে, পরে উল্লীকাশে গিয়ে এগুলি আলাদা হয়ে পৃথক পৃথক লক্ষ্যে আঘাত করতে পারবে।

অ্যাপোলো-১৪-র চাঁদের দিকে যাত্রা

৩১শে জাহুরারী ভারতীয় সময় রাত্রি ২টা ৩২ মিনিটে তিনজন মহাকাশযাত্রীকে নিয়ে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের অ্যাপোলো-১৪ মহাকাশযান চন্দ্রাভিমুখে যাত্রা করেছে।

চিঠি-পত্র

সবিনয় নিবেদন,

‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’-এর জাহ্নবী (1971) সংখ্যায় প্রকাশিত ‘লণ্ডনের রয়েল সোসাইটির ভারতীয় সদস্যগণ’ শীর্ষক প্রবন্ধে অতি সাম্প্রতিক-কালে নির্বাচিত সদস্য ডক্টর এম. জি. কে. মেননের উল্লেখ ছিল না। এঁর সংক্ষিপ্ত পরিচিতি নিয়ে দেওয়া হলো।

এম. জি. কে. মেনন :—মামবিলিকালিখিল গোবিন্দ কুমার মেননের জন্ম 28শে অগস্ট, 1928। পদার্থ-বিজ্ঞানী। 1949 সালে বোম্বাই বিশ্ববিদ্যালয় থেকে তিনি এম. এস-সি. ডিগ্রী লাভ করেন। নোবেল পুরস্কারপ্রাপ্ত বিজ্ঞানী পাওয়েলের সঙ্গে 1949-1955 সাল পর্যন্ত বৃষ্টল বিশ্ববিদ্যালয়ে গবেষণা করেন। অন্তান্ত সহযোগীদের সঙ্গে বৃষ্টলে অধ্যাপক মেনন নিউক্লিয়ার ইমালশন টেকনিকের প্রভূত উন্নতি সাধন করেন, যার ফলে ভারী মেনন ও হাইপেরনসমূহের পার-স্পরিক ক্রিয়া (Interactions) ও বিভিন্ন অবক্ষর

প্রণালী (Decay modes) সম্পর্কে গুরুত্বপূর্ণ তথ্য জানা গেছে। 1955 সালে বোম্বাই সহরের টাটা ইনস্টিটিউট অব ফাণ্ডামেন্টাল রিসার্চ-এ বোগদানের পর অধ্যাপক মেনন ও তাঁর সহ-যোগী বিজ্ঞানিগণ বিশেষভাবে প্রস্তুত বেলুনের সাহায্যে ভূচৌম্বক নিরক্ষরেখার অঞ্চলে সমধিক উচ্চতার মহাজাগতিক রশ্মিসংক্রান্ত কাজের সূচনা করেন। ভূপৃষ্ঠের বহু গভীরে কোণার স্বর্ণধনির অভ্যন্তরে অধ্যাপক মেনন ও তাঁর সহযোগীরা মহাজাগতিক রশ্মিসংক্রান্ত মূল্যবান পরীক্ষা-নিরীক্ষা করেন; বিশেষতঃ অত্যন্ত শক্তিশালী মিউয়ন ও নিউট্রিনোসম্পর্কিত বহু উল্লেখযোগ্য তথ্য আবিষ্কৃত হয়। টাটা ইনস্টিটিউটের বর্তমান ডিরেক্টর ডক্টর মেনন 1970 সালে এক. আর. এস. নির্বাচিত হয়েছেন।

দেবশীষ বসু

সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার ফিজিক্স।

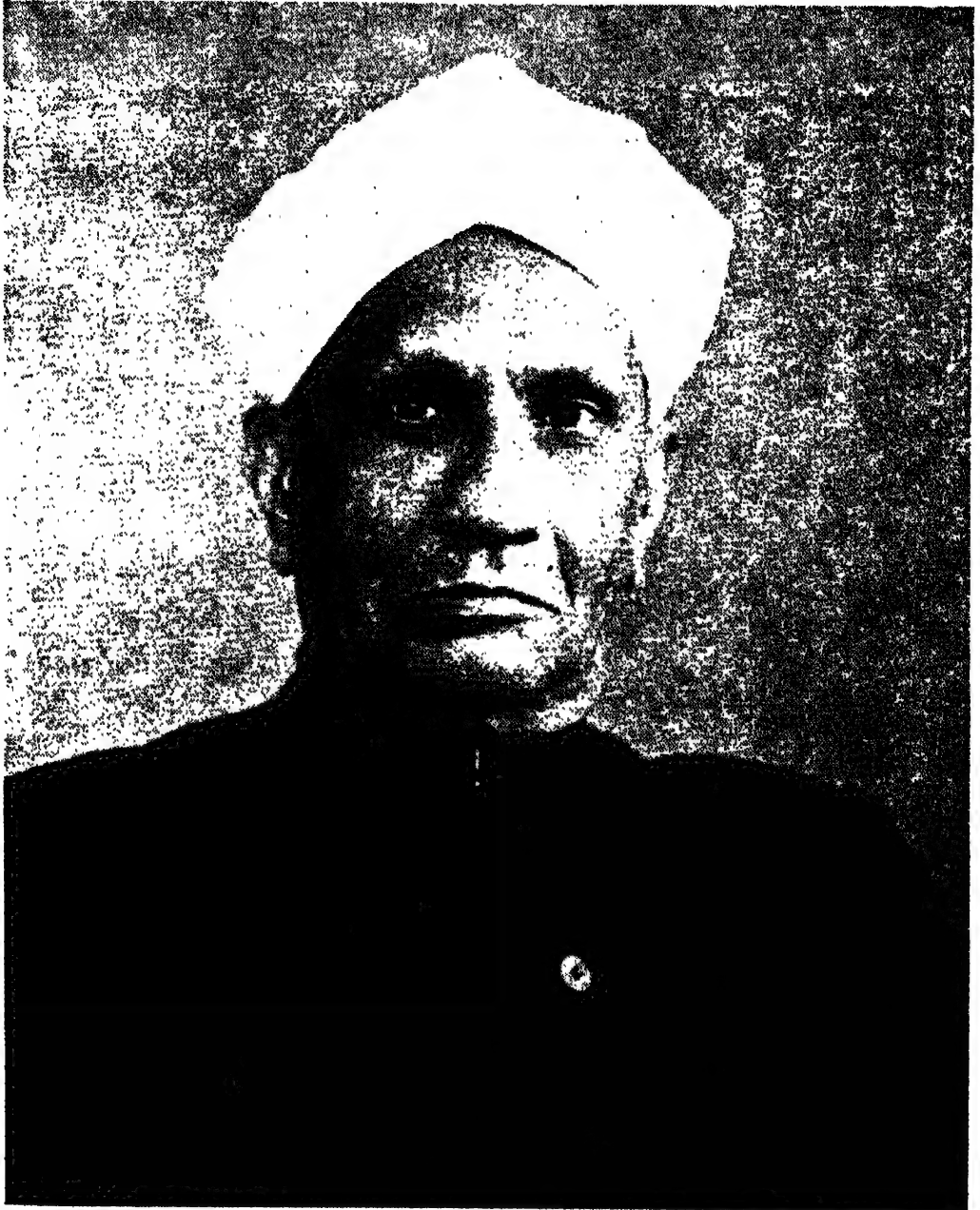
কলিকাতা-9

বিজ্ঞপ্তি

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ কর্তৃক প্রকাশিত বাবতীর পুস্তক এখন হইতে কেবল মেসার্স ওরিয়েন্ট লন্ডম্যান অ্যান্ড কোং হইতে (17, চিত্তরঞ্জন আর্ডেনিউ, কলিকাতা-13) বিক্রয় করা হইবে। সদস্যগণ বাদে বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ কার্যালয় হইতে এখন আর কাহারো নিকট কোন পুস্তক বিক্রয় করা হইবে না।

সম্পাদক—**শ্রী গোপালচন্দ্র ভট্টাচার্য**

শ্রীমহিষকুমার ভট্টাচার্য কর্তৃক পি-23, রাজা রামকৃষ্ণ স্ট্রিট, কলিকাতা-6 হইতে প্রকাশিত এবং গুপ্তপ্রেশ
37/7 বেনিরাটোলা লেন, কলিকাতা হইতে প্রকাশক কর্তৃক মুদ্রিত



অধ্যাপক চন্দ্ৰশেখৰ ভেক্টৰ ৰামন

জন্ম—7ই নভেম্বৰ, 1888

মৃত্যু— 21শে নভেম্বৰ, 1970

রামন রিসার্চ ইনস্টিটিউট (ব্যাঙ্গালোর)

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

চতুর্বিংশ বর্ষ

মার্চ, 1971

তৃতীয় সংখ্যা

নিবেদন

পৃথিবীতে যে কয়জন প্রথম সারির বিজ্ঞানী ছিলেন এবং আছেন, নিঃসন্দেহে আচার্য চন্দ্রশেখর ভেঙ্কট রামন তাঁহাদের অন্ততম। তাঁহার প্রতিভার একটি বিশিষ্ট দিক হইল এই যে, ইহা একান্তরূপে ভারতীয়। বস্তুতঃ উচ্চশিক্ষার জন্ত বিদেশী কোন বিশ্ববিদ্যালয়ের দ্বারস্থ না হইয়াও ভারতীয় গবেষণাগারেই যে বিজ্ঞানের দুর্লভতম সমস্তার সমাধান করা সম্ভব, আচার্য রামনের সাক্ষ্যদীপ্ত জীবনই তাহার উজ্জল প্রমাণ। অদম্য ইচ্ছাশক্তি, প্রবল নিষ্ঠা ও আত্মপ্রত্যয়ের বলে তিনি আন্তর্জাতিক খ্যাতির সর্বোচ্চ স্তরে আরোহণ করিয়া মাত্র 42 বছর বয়সেই নোবেল পুরস্কার লাভের গৌরব অর্জন করেন। এই শতাব্দীর প্রায় সূচনায় তিনি যে বিজ্ঞান-সাধনা শুরু করিয়াছিলেন—মৃত্যুকালেও তাহাতেই লিপ্ত ছিলেন। তাঁহার বৈজ্ঞানিক কর্মময় জীবনের ইতিহাস উত্তরমুরী বিজ্ঞানীদের নিকট প্রেরণাধরূপ।

বর্তমান 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান'-এর সংখ্যাটিকে আমরা প্রজ্ঞাবিনম্র চিত্তে এই মহান বিদ্বানের

গৌরবোজ্জল স্মৃতির উদ্দেশ্যে উৎসর্গ করিতেছি। আচার্য রামনের বিজ্ঞান-সাধনা, বিশেষতঃ শব্দ ও আলোক-বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে মৌলিক ও যুগান্তকারী আবিষ্কারসমূহের বিবরণ এবং বিজ্ঞানের ঐ দুইটি শাখা সম্পর্কে কয়েকটি প্রাসঙ্গিক প্রবন্ধ এই সংখ্যায় পরিবেশিত হইয়াছে। তাঁহার কর্মময় জীবনের স্মৃতিচারণে ষাঁহারা অংশগ্রহণ করিয়াছেন, তাঁহাদের কেহ কেহ আচার্য রামনের সহযোগী ও কর্মসঙ্গী।

লেসার আবিষ্কারের পর রামন একেটের পরিধি বিস্তৃত হইয়াছে—এই বিষয়ে গবেষণার পরিমাণ বহুলাংশে বৃদ্ধি পাইয়াছে। সাম্প্রতিক কালে প্রাজ্ঞ্যমতেও রামন একেটের পরিচালিত হইয়াছে। বর্তমান সংখ্যায় এই বিষয়গুলি এবং আচার্য রামন কর্তৃক প্রতিষ্ঠিত রামন গবেষণা মন্দির সম্বন্ধে বিবরণ এই সংখ্যায় প্রকাশিত হইয়াছে।

'জ্ঞান ও বিজ্ঞান'-এর রামন-স্মৃতি সংখ্যা বিজ্ঞানামুগামী পাঠকসমাজের রামন সম্বন্ধে কৌতূহল কিছুটা তৃপ্ত করিলেও আমাদের প্রম সন্মত জ্ঞান করিব।

রামন এফেক্টের আবিষ্কার ও তত্ত্ব

শ্রীমুকুমারচন্দ্র সরকার

আচার্য চন্দ্রশেখর ভেঙ্কট রামন প্রায় 43 বৎসর পূর্বে যে তথ্য আবিষ্কার করিয়াছিলেন, সেই তথ্যের সাহায্যে অত্যাধিক জগতের অনেক গবেষণা কেন্দ্রে বাবতীয় স্বচ্ছ পদার্থের অণুগুলির স্বরূপ নির্ধারণ সম্বন্ধে নানারূপ পরীক্ষা চলিতেছে। এইরূপ গুরুত্বপূর্ণ আবিষ্কার কিরূপে সংঘটিত হইয়াছিল ও তাহার সাহায্যে নূতন নূতন তথ্যের সমাধান করা কিরূপে সম্ভব হইতেছে, তাহা সংক্ষেপে আলোচনা করাই এই প্রবন্ধের উদ্দেশ্য।

কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের বিজ্ঞান কলেজের পদার্থবিজ্ঞা বিভাগের প্রথম পালিত অধ্যাপক পদে নিযুক্ত হইবার পূর্বে রামন সহকারী অ্যাকাউন্ট্যান্ট জেনারেলের পদে নিযুক্ত থাকিয়া অবসর সময়ে 210 নং বহুবাজার স্ট্রীটে ডাঃ মহেন্দ্রলাল সরকারের আবিষ্কৃত প্রোটোর স্থাপিত 'ইণ্ডিয়ান অ্যাসোসিয়েশন ফর দি কন্টিভেশন অফ সায়েন্স' নামক প্রতিষ্ঠানের অতি সামান্য স্নেহাংশ-বিশিষ্ট গবেষণা-ঘারে শব্দতত্ত্ব সম্বন্ধে গবেষণা করিতেন। এই সম্বন্ধে তাঁহার অনেক মৌলিক প্রবন্ধ 1912 সাল হইতে 1920 সাল পর্যন্ত বিবিধ বৈজ্ঞানিক ও উক্ত অ্যাসোসিয়েশনের বৈজ্ঞানিক পত্রিকায় প্রকাশিত হয়। 1917 সালে তিনি সার আন্তোনিয় মুখোপাধ্যায় কর্তৃক নিমন্ত্রিত হইয়া কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের পালিত অধ্যাপকের পদ গ্রহণ করেন ও 1920 সাল পর্যন্ত সহকর্মীদের সহিত শব্দতত্ত্ব সম্বন্ধেই গবেষণা পরিচালনা করেন। এই সম্বন্ধে প্রকাশিত তাঁহার মৌলিক প্রবন্ধগুলি পাশ্চাত্য দেশের বৈজ্ঞানিকদের নিকট আদরণীয়-রূপে গণ্য হয়। 1921 সালে তিনি ইউরোপ

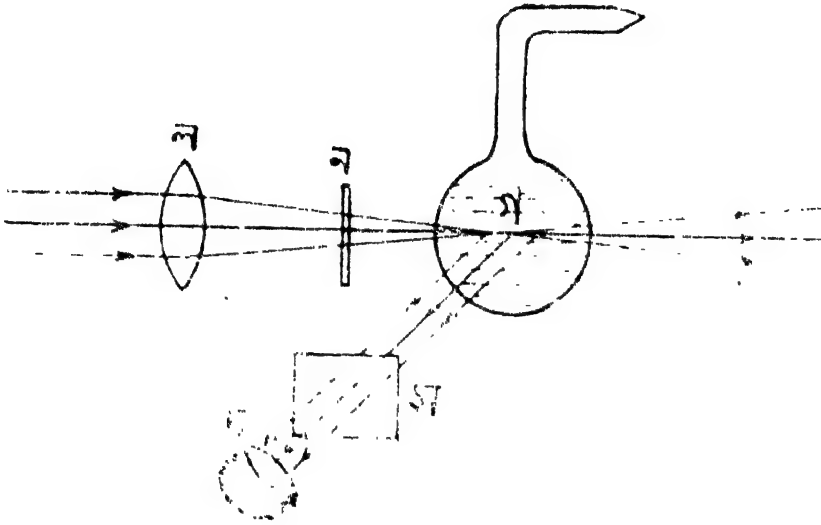
ও আমেরিকা পরিভ্রমণে যান এবং সেই বৎসরেই তিনি লণ্ডনের রয়্যাল সোসাইটির সভ্য মনোনীত হন।

ইতিপূর্বে লর্ড র্যালি আকাশের নীলবর্ণের প্রকৃত কারণ সম্বন্ধে তত্ত্ব নির্ধারণ করেন। এই তত্ত্বে তিনি দেখান যে, সরল পথে অগ্রসর-মান সূর্যরশ্মি পৃথিবী-পৃষ্ঠের বায়ুমণ্ডলের অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন অণুগুলির উপর আপতিত হইলে তাহার কিয়দংশ পার্শ্বদেশে বিচ্ছুরিত (Scattered) হয় এবং এই প্রক্রিয়ায় সূর্যালোকের নীলাংশ লোহিতাংশ অপেক্ষা অধিক পরিমাণে বিচ্ছুরিত হওয়ায় উক্ত বিচ্ছুরিত নীল-প্রধান আলোক—উক্ত বায়ুমণ্ডলের পশ্চাত্তাগে অবস্থিত আকাশকে নীলবর্ণে প্রতিভাত করে। সমুদ্রপথে বিদেশ যাত্রার সময় রামন সমুদ্রগুলির বিভিন্ন অংশের জলের নীলবর্ণের তারতম্য লক্ষ্য করিয়া উক্ত অংশগুলি হইতে জল সংগ্রহ করিয়া আনিয়া উহার দ্বারা বিচ্ছুরিত সূর্যালোকের গুণাবলী পরীক্ষা করিয়াছিলেন ও লর্ড র্যালির আকাশের নীলবর্ণের তত্ত্বের অমূল্য সমুদ্রের নীলবর্ণের এক তত্ত্ব নির্ধারণ করেন। এই র্যালি বিচ্ছুরণ (Rayleigh scattering) সম্বন্ধে করাসী দেশীয় পদার্থবিজ্ঞাবিদ অধ্যাপক কাবানে ইহার পরেই একখানি পুস্তক প্রকাশ করেন। উক্ত পুস্তক রামনের মনোযোগ এই প্রক্রিয়া সম্বন্ধে গবেষণায় আকৃষ্ট করে। তিনি তাঁহার সহকর্মীদের সাহায্যে নানারূপ জৈব তরঙ্গ পদার্থ ও বায়বীয় পদার্থ হইতে বিচ্ছুরিত সূর্যরশ্মির গুণাবলী সম্বন্ধে গবেষণায় অধিকতর মনোযোগের সহিত ব্যাপৃত হন।

1921 সালে আমেরিকার প্রসিদ্ধ পদার্থবিজ্ঞা

বিদ্যুৎ অধ্যাপক কম্পটন রঞ্জন রশ্মির তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য নির্ধারণের সময় লক্ষ্য করতেন পদার্থ ভেদ করিয়া অগ্রসর হইবার সময় উক্ত রশ্মির কিয়দংশের তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয়—এই গুরুত্বপূর্ণ আবিষ্কার করেন। এই আবিষ্কার কম্পটন এক্সেক্ট নামে পরিচিত এবং ইহা প্রাক্তের কোয়ান্টাম তত্ত্বের (Quantum theory) বাধ্যতামূলক প্রমাণ করে। রঞ্জন রশ্মি যুগপৎ ইথারে কম্পমান বৈদ্যুতিক ও চৌম্বক ক্ষেত্রে এবং তেজস্বী রূপে ধাবমান হয়। সাধারণ আলোকও বিচ্ছুরিত হইবার সময় কম্পটন-

আলোক দেখা যায়। তাঁহার খ্যাতনামা সহকর্মী কৃষ্ণন বহুসংখ্যক স্বচ্ছ তরল পদার্থে ঐরূপ ক্ষীণ সবুজ বর্ণের আলোক উৎপন্ন হইতে দেখিয়া এইরূপ সিদ্ধান্তে উপনীত হন যে, শোষিত হওয়া সত্ত্বেও উক্ত তরল পদার্থগুলিতে দ্বিতীয় কোন পদার্থ অতি সামান্য পরিমাণে মিশ্রিত থাকে ও উহার অণুগুলি নীল আলোকে উত্তেজিত হইয়া সবুজ বর্ণের নির্দিষ্ট তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলোক বিকিরণ করে, অর্থাৎ ঐ আলোক ফ্লুরেসেন্স (Fluorescence) ব্যতীত অল্প কিছু নূতন বিকিরণ নহে।



১নং চিত্র

এক্সেক্টের মত পরিবর্তিত হইতে পারে—এইরূপ ধারণা রামনের হৃদয়ে বদ্ধমূল হয় এবং তিনি ঐরূপ প্রক্রিয়ার প্রমাণ অন্বেষণ করিতে থাকেন। এই সময়ে ২১০ নং বহুজ্ঞান স্ট্রীটের গবেষণাগারে তাঁহার সহকর্মীদের কেহ কেহ কয়েকটি স্বচ্ছ জৈব তরল পদার্থ হইতে বিচ্ছুরিত সূর্যরশ্মির গুণাবলী পরীক্ষার সময় লক্ষ্য করেন যে, তরল পদার্থগুলি বিশেষভাবে শোষিত হওয়া সত্ত্বেও উজ্জ্বল নীল বর্ণের সূর্যরশ্মির দ্বারা আলোকিত হইলে উক্ত রশ্মির পার্শ্বদেশে বিচ্ছুরিত অংশে ক্ষীণ সবুজ বর্ণের

১৯২৮ সালের মার্চ মাসে রামনের মনে এই ক্ষীণ সবুজ বর্ণের বিকিরণের উৎপত্তি নিশ্চয়তার সহিত নির্ধারণ করিবার দৃঢ় সংকল্প হয়। তিনি স্বয়ং এই সম্বন্ধে পরীক্ষা করা মনস্থ করিয়া—প্রথমে এইরূপ একখানি নীল বর্ণের ও অপর একখানি সবুজ বর্ণের কাচের ফলক (Plate) সংগ্রহ করেন যে, দুইখানি ফলক একত্রে ধরিলে তাহাদের মধ্য দিয়া সূর্যরশ্মি নির্গত হইতে পারে না; অর্থাৎ নীল বর্ণের ফলক ভেদ করিয়া যে নীল রশ্মি সবুজ বর্ণের ফলকে আপতিত হয়, উহা শোষিত ফলক

ভেদ করিতে পারে না, উহাতে মিলাইয়া যায়। এই দুইখানি ফলকের সাহায্যে বেঞ্জিন নামক জৈব তরল পদার্থের দ্বারা বিচ্ছুরিত সূর্যরশ্মি তিনি যেভাবে পরীক্ষা করেন, তাহা 1নং চিত্রে প্রদর্শিত হইল।

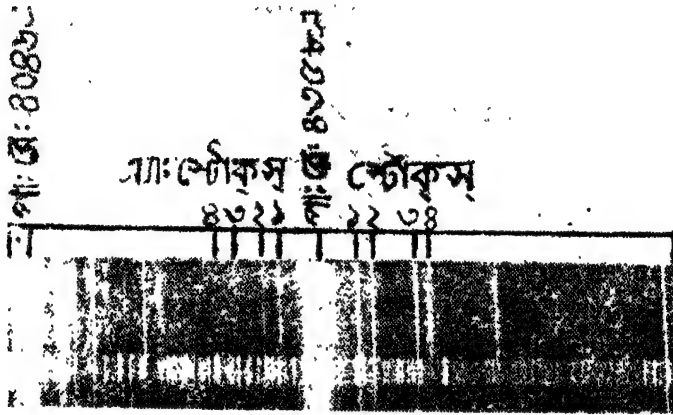
সূর্যরশ্মি একটি বৃহৎ দূরবীনের প্রশস্ত 'ল' চিহ্নিত অবজেক্ট লেন্সে আপতিত হইয়া পুঞ্জীভূত হয় ও উহা হইতে নির্গত হইয়া কিয়দূরে অতি অপ্রশস্ত স্থানের মধ্য দিয়া অতি উজ্জ্বল অবস্থায় অগ্রসর হয়। এই অংশে একটি নল-সংযুক্ত কাচনির্মিত গোলকে (Bulb) শোষিত বেঞ্জিন রাখা হয়। 'ন' চিহ্নিত নীলবর্ণের কাচ ফলকটি উক্ত পুঞ্জীভূত সূর্যরশ্মির সহিত লম্বভাবে এইরূপে রাখা হয় যে, বেঞ্জিনের মধ্য দিয়া কেবল নীল রশ্মিই অগ্রসর হয়। তৎপরে পার্শ্বদেশে বিচ্ছুরিত গ চ পথে ধাবমান রশ্মিকে 'স' চিহ্নিত সবুজ বর্ণের ফলকটির মধ্য দিয়া পর্ষবেক্ষণ করিয়া তিনি বেঞ্জিনের আলোকিত অংশটি অতি ক্ষীণ ও সবুজবর্ণযুক্ত দেখিতে পান। ইহাতে তাঁহার দৃঢ় বিশ্বাস হয় যে, এই ক্ষীণালোক র্যাতে বিচ্ছুরণের সময় নূতন প্রকারের বিচ্ছুরণ প্রক্রিয়ার দ্বারা উৎপন্ন হয়। কিন্তু এইরূপ সিদ্ধান্ত সম্বন্ধে নিঃসন্দেহ হইতে হইলে বিচ্ছুরিত আলোকরশ্মির বর্ণালী (Spectrum) পরীক্ষা করিবার প্রয়োজন ও মাত্র একটি তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলোক আপতিত রশ্মিরূপে ব্যবহার করা উচিত—ইহা তিনি উপলব্ধি করেন। তখন তিনি একটি পারদরশ্মি উৎপাদক বাতি (Mercury arc) সংগ্রহ করেন, কারণ উক্ত রশ্মির বর্ণালীতে পরস্পর দূরবর্তী কয়েকটি রেখা ও মধ্যবর্তী স্থানগুলিতে অন্ধকার দৃষ্ট হয়। বর্ণালীর কটোগ্রাফ লইবার জন্য তিনি তাঁহার পরীক্ষাগারে আত্ম ক্ষুদ্র একটি স্পেক্টোগ্রাফ সংগ্রহ করিতে পারেন ও তদ্বারা বেঞ্জিন হইতে বিচ্ছুরিত পারদ-রশ্মির বর্ণালীর কটোগ্রাফ প্রস্তুত করেন। উক্ত কটোগ্রাফের পার্শ্বেই আপতিত পারদরশ্মির বর্ণালীরও

একটি কটোগ্রাফ লওয়া হয়। এই দুইটি কটোগ্রাফ পর্ষবেক্ষণ করিয়া তিনি দেখিতে পান যে, পূর্বোক্ত কটোগ্রাফে পারদরশ্মির রেখা ব্যতীত কয়েকটি নূতন রেখা বিদ্যমান এবং এই রেখাগুলির তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য বথাক্রমে আপতিত পারদরশ্মির দুইটি উজ্জ্বল রেখার তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য অপেক্ষা বৃহত্তর। তিনি এই সময়ে উক্ত নূতন রেখাগুলির প্রকৃত তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য নির্ধারণ করিতে সক্ষম হন নাই এবং ঐ কটোগ্রাফটি ব্যাঙ্গালোরের ইণ্ডিয়ান ইনস্টিটিউট অফ সায়েন্স-এর এক সভায় প্রথম প্রদর্শন করিয়া তাঁহার আবিষ্কার ঘোষণা করেন। পরে এই সম্বন্ধে একটি মৌলিক প্রবন্ধ তিনি 'ইণ্ডিয়ান জার্নাল অফ কিজিক্স' নামক পত্রিকায় প্রকাশ করেন ও তাহাতে কটোগ্রাফটি উদ্ধৃত করেন। এই প্রবন্ধটি তিনি নিজের নামেই প্রকাশ করিয়াছিলেন। ইহার পর কৃকান প্রমুখ তাঁহার সহকর্মীগণ উত্তমের সহিত বহুসংখ্যক স্বচ্ছ পদার্থের দ্বারা বিচ্ছুরিত পারদরশ্মির বর্ণালী পরীক্ষা করেন। এইরূপ পরীক্ষাকালে একদিন কৃকান প্রথম দেখিতে পান যে, কোন কোন পদার্থ হইতে বিচ্ছুরিত রশ্মির বর্ণালীতে আপতিত রশ্মির উজ্জ্বল রেখার যে পার্শ্বে তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য বৃহত্তর, তাহার বিপরীত পার্শ্বেও ক্ষুদ্রতর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট নূতন রেখা বিদ্যমান এবং এই রেখাগুলি পূর্বোক্ত পার্শ্বের নূতন রেখাগুলি হইতে ক্ষীণতর। রামন ও কৃকান একত্রে শেবোক্ত রেখাগুলিকে অ্যান্টিষ্টোকস (Anti-Stokes) রেখা ও পূর্বোক্ত রেখাগুলিকে ষ্টোকস (Stokes) রেখা নামে অভিহিত করেন। এই উভয় প্রকারের নূতন রেখাসমূহ একখানি কটোগ্রাফ 2নং চিত্রে উদ্ধৃত হইল।

ইহার অল্প দিন পরেই ল্যান্ডসবার্গ (Land-berg) ও ম্যান্ডেলস্টাম (Mandelstam) নামক বৈজ্ঞানিকদ্বয়ের দ্বারা প্রকাশিত একটি মৌলিক প্রবন্ধে দেখা যায় যে, তাঁহারা কয়েকটি দানাবিশিষ্ট (Crystalline) কঠিন পদার্থের দ্বারা বিচ্ছুরিত

আলোকের বর্ণালীতে ঐরূপ নূতন রেখা আবিষ্কার করিয়াছেন। কিন্তু তাঁহারা মনে করিয়াছিলেন যে, কেবল দানাবিশিষ্ট কঠিন পদার্থই ঐরূপ নূতন রেখা উৎপন্ন করিতে পারে এবং এই প্রক্রিয়া যে সকল বস্তুর অণুগুলিতেই সংঘটিত হয়—ইহা তাঁহারা ধারণা করিতে পারেন নাই। তবুও রামনের আবিষ্কার যে, শৈথিল্য বৈজ্ঞানিকদের আবিষ্কার অপেক্ষা বহু গুণ গুরুত্বপূর্ণ ও সম্পূর্ণ নূতন ও মৌলিক ধরণের—এইরূপ মন্তব্য কোন বৈজ্ঞানিক কিছুদিন যাবৎ কোন প্রবন্ধে প্রকাশ করেন নাই।

করিয়াছিলেন, তাহার উল্লেখ করেন। উক্ত তত্ত্বে দেখান হয় যে, কোন নির্দিষ্ট কম্পন-হারবিশিষ্ট রশ্মির পার্শ্বদেশে বিচ্ছুরণের সময় বিচ্ছুরিত রশ্মির ক্রিয়বশের কম্পন-হারের হ্রাস বা বৃদ্ধি হইতে পারে। কোয়ান্টাম তত্ত্ব অনুসারে উক্ত আপতিত রশ্মির কম্পন-হার যদি ν হয়, তাহা হইলে তাহার শক্তিকণার পরিমাণ $h\nu$ হইবে এবং বৃদ্ধি বা হ্রাস-প্রাপ্ত কম্পন-হারবিশিষ্ট বিচ্ছুরিত রশ্মির শক্তিকণার পরিমাণ $h\nu \pm h\nu_{mn}$ হইবে। এখানে ν_{mn} অণুটির নিজের যে কোন প্রকার কম্পনের



২নং চিত্র

ক্লোরোফর্মের রামন বর্ণালীতে একদিকে স্টোকা ও অপর দিকে অ্যান্টি-স্টোকা রেখাগুলি দেখান হইয়াছে।

পরে জার্মান দেশীয় প্রিংশাইম (Pringsheim) নামক একজন প্রসিদ্ধ পদার্থবিজ্ঞানবিদ 'নাচার-ভিসেনশাফটেন' (Naturwissenschaften) নামক পত্রিকায় 'ডাঃ রামন এক্কেট' শীর্ষক একটি প্রবন্ধে রামনের আবিষ্কারের গুরুত্ব বিচার করিয়া উহাকে রামন এক্কেট আখ্যা দেন।

রামন তাঁহার আবিষ্কার ঘোষণা করিয়া যে প্রবন্ধ প্রকাশ করিয়াছিলেন, তাহাতে জার্মান দেশীয় বৈজ্ঞানিকদের ক্রামার্স (Kramers) ও হাই-সেনবার্গ (Heisenberg) ১৯২৫ সালে যে অণুর দ্বারা বিচ্ছুরণ প্রক্রিয়ার কোয়ান্টাম তত্ত্ব প্রকাশ

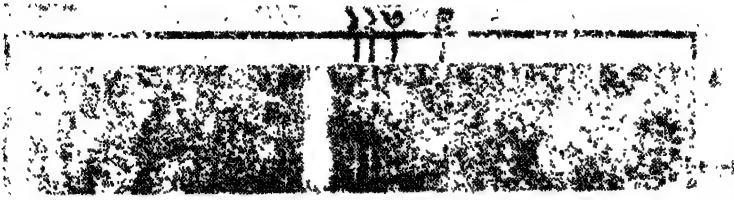
হার। রামন মন্তব্য করেন যে, ν' কম্পন-হারবিশিষ্ট নূতন রেখাগুলি নিম্নলিখিত প্রক্রিয়ার উৎপন্ন হয়।

$$h\nu - h\nu' = h\nu_{osc}$$

এখানে ν_{osc} হইতেছে অণু যে পরমাণুগুলির দ্বারা গঠিত, তাহাদের পরস্পরের কম্পনের হার। কিন্তু নূতন রেখার অন্ত্যন্ত গুণাবলী সম্বন্ধে প্রকৃত তত্ত্ব অনেক দিন যাবৎ প্রকাশিত হয় নাই। রামন এক্কেটের আবিষ্কারের পর বিভিন্ন দেশের বহু বৈজ্ঞানিক বহু জৈব ধনিজ পদার্থের রামন বর্ণালী পরীক্ষা করিয়া দেখতে পান যে, একই পদার্থের বিভিন্ন রামন রেখার উজ্জলতা বিভিন্ন।

তাহাদের কেহ কেহ রামন রেখাগুলির পোলারি-
জেশন (Polarisation) উলাষ্টন (Wollaston)
প্রিজম-এর সাহায্যে প্রত্যেক রামন রেখাকে
উৎসর্গ: দুই অংশে বিভক্ত করিয়া পরীক্ষা করেন।
তাহারা দেখিতে পান যে, বিভিন্ন রামন রেখার
পোলারিজেশন পরস্পর বিভিন্ন ও র‍্যালের
রেখার পোলারিজেশন হইতে পৃথক।

কখনও উক্ত পরমাণুর কোন ইলেকট্রন উত্তেজিত
হইয়া পরমাণুটিকে একটি অস্থায়ী শক্তিতে উন্নত
করে ও পরে স্বতঃই পরমাণুটি হয় পূর্বের নিম্নতম
শক্তিস্থ অবস্থায়, নতুবা তদপেক্ষা কিঞ্চিৎ উচ্চতর
অবস্থায় প্রত্যাবর্তন করে। এইরূপ সংঘটনের
সময় পরমাণুর ইলেকট্রনগুলির ভারকেন্দ্র উহার
অষ্টির (Nucleus) ভারকেন্দ্র হইতে কিঞ্চিৎ



3নং চিত্র

কার্বন টেট্রাক্লোরাইডের চিহ্নিত রামন রেখা চারটির পোলারিজেশন
দেখান হইয়াছে।

এইরূপ পোলারিজেশন পরীক্ষার জন্ত একটি
ফটোগ্রাফ 3নং চিত্রে প্রদর্শিত হইল। ইহার
দক্ষিণ পার্শ্বে কৃষ্ণবর্ণ তীরের সাহায্যে রেখাগুলির
উত্তর অংশের বৈজ্যতিক ক্ষেত্র যে অতিমুখে
কম্পমান, তাহা দেখান হইয়াছে। যে কারণে
বিভিন্ন রামন রেখাগুলির উজ্জ্বলতা ও পোলারি-
জেশন পরস্পর বিভিন্ন হয়, ইহার প্রকৃত কারণ
1930 সালে মানেবাক (Manebuck) নামক
বৈজ্ঞানিক প্রথমে দুইটি পরমাণুবিশিষ্ট অণুগুলির
রামন এক্ষেত্রের তত্ত্বে নিবারণ করেন। 1931 সালে
প্লাচেচ (Placzek) নামক বৈজ্ঞানিক ঐরূপ তিন
বা ততোধিক পরমাণুবিশিষ্ট অণুগুলির রামন
এক্ষেত্রের তত্ত্ব প্রকাশ করেন।

মানেবাক ও প্লাচেচ উভয়েই তাহাদের তত্ত্ব
দুইটিতে পূর্বে ক্র্যামার্স ও হাইসেনবার্গের বিচ্ছুরিত
রশ্মির কোয়ান্টাম তত্ত্বের সাহায্য লইয়াছেন।
শেষোক্ত তত্ত্বে এইরূপ ধারণা করা হইয়াছে যে,
কোন পদার্থের পরমাণুতে নির্দিষ্ট আকারের
শক্তিকণাবিশিষ্ট রশ্মি আপতিত হইলে কখনও

অপসৃত হইয়া পুনরায় স্বহানে প্রত্যাবর্তন করার
পরমাণুটিতে অস্থায়ী ও কম্পমান বৈজ্যতিক
মোমেন্টের (Moment) সৃষ্টি হয়, সেই জন্ত পরমাণুটি
অবিকৃত কম্পন-হারযুক্ত রশ্মি অথবা কিঞ্চিৎ হ্রাস
বা বৃদ্ধি প্রাপ্ত কম্পন-হারযুক্ত রশ্মি বিকিরণ করে।
বিকিরিত অবিকৃত রশ্মির উজ্জ্বলতা উক্ত বৈজ্যতিক
মোমেন্টের পরিমাণের উপর নির্ভর করে। এই তত্ত্ব
রামন এক্ষেত্রের উৎপত্তি সম্বন্ধে প্রয়োগ করিবার
সময় মানেবাক প্রথমে কল্পনা করেন যে, কোনও
অণুর দ্বারা বিচ্ছুরণের সময় অণুটির যে কোন
একটি ইলেকট্রন ঐরূপ উত্তেজিত হইতে পারে এবং
অণুটি যে পরমাণুগুলির দ্বারা গঠিত, সেগুলির মধ্যে
যদি পরস্পর কম্পনের উত্তেজনা না হয়, তাহা
হইলে অণুটির বিকিরণ র‍্যালের বিচ্ছুরণের জ্ঞার
হইবে, কিন্তু যদি পরমাণুগুলির পরস্পর কম্পনের
উত্তেজনা হয়, তাহা হইলে অণুটি সর্বশেষে
কিঞ্চিৎ উচ্চতর শক্তির অবস্থায় প্রত্যাবর্তন
করিবে ও বিকিরিত রশ্মির কম্পন-হার আপত্তিও
রশ্মির কম্পন-হার অপেক্ষা ন্যূনতর হইবে। তিনি

আরও কল্পনা করেন যে, পরমাণুগুলির পরস্পর কম্পনের ফলে উক্ত বৈদ্যুতিক মোমেন্টেরও কম্পমানের পরিবর্তন ঘটে এবং এই পরিবর্তনের পরিমাণের উপর দ্ব্যসপ্রাপ্ত কম্পন-প্রায়ুক্ত বিকিরিত রশ্মির অর্থাৎ ঠোকস রামান রেখার উজ্জলতা নির্ভর করে। আবার ঐক্লপ কম্পমান অণুর উপর আপতিত রশ্মি বিচ্ছুরিত হইবার সময় যদি পরিশেষে অণুটির কম্পন স্থগিত হইয়া যায়, তাহা হইলে বিচ্ছুরিত রশ্মির কম্পন-হার বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হইবে; অর্থাৎ রশ্মিটি অ্যাণ্টি-ঠোকস রামান রেখা উৎপাদন করিবে। শতকরা অতি অল্পসংখ্যক অণুই তরল পদার্থে ঐক্লপ কম্পমান অবস্থায় থাকে। সেই জন্ত শেযোক্ত রামান রেখার উজ্জলতা ঠোকস রেখার উজ্জলতা অপেক্ষা অতি অল্প। বায়বীয় অবস্থায় থাকিলে অণুটিতে ঘূর্ণনের উত্তেজনাও হইতে পারে এবং সেই জন্তও রামান রেখা উৎপন্ন হইতে পারে।

উল্লিখিত বৈদ্যুতিক মোমেন্টের পরিবর্তিত অংশের বিভিন্ন দিকের পরিমাণ অণুর মধ্যে অবস্থিত পরমাণুগুলির কম্পনের উপর যে ভাবে নির্ভর করে, তাহার উপর উৎপন্ন রামান রেখার পোলারিজেশন নির্ভর করে। সাধারণতঃ কম্পন-হীন অণুতে যে অস্থায়ী বৈদ্যুতিক মোমেন্টের সৃষ্টি হয়, উহার সমসাদৃশ্য (Symmetry) অণুটির সমসাদৃশ্যের অনুরূপ, কিন্তু কম্পমান অণুতে কম্পনের জন্ত উক্ত মোমেন্টের যে পরিবর্তন হয়, তাহার সমসাদৃশ্য কি ধরণের কম্পন, তাহার উপর নির্ভর করে।

দুইটির অধিক পরমাণুবিশিষ্ট অণুগুলির রামান একেক্টের তত্ত্ব অল্পশীলন করিয়া পরে প্র্যাচেক দেখান যে, এই প্রকার অণুগুলির মধ্যস্থ কোন বিন্দু, রেখা অথবা সমতলের উভয় পার্শ্বে যে সমসাদৃশ্য থাকে, যদি উহাদের পরমাণুগুলির পরস্পর বিকম্পনের সময় উক্ত সমসাদৃশ্য অক্ষুর থাকে, তাহা হইলে উক্ত বিকম্পনজনিত রামান রেখা

সমুজ্জল হইবে ও উহার পোলারিজেশন অত্যধিক হইবে অর্থাৎ যদি ৩য় চিত্রে প্রদর্শিত রামান রেখাগুলি ঐক্লপ কম্পনের জন্ত হইত, তাহা হইলে নিম্নের অংশে রেখাগুলির উজ্জলতা অতি অল্প হইত। কিন্তু দেখা যাইতেছে যে, মাত্র বাম দিক হইতে তৃতীয় উজ্জল রামান রেখারই নিম্নের অংশের উজ্জলতা অল্প এবং অংশিষ্ট তিনটির উভয় অংশের উজ্জলতা প্রায় সমান। ইহাতেই বুঝা যাইতেছে যে, তৃতীয় রেখাটি পরমাণুগুলির পরস্পর যে কম্পনের দ্বারা উৎপন্ন হইয়াছে, তাহাতে অণুটির সমসাদৃশ্য অবিকৃত থাকে। সেইক্লপ অপর তিনটি রেখা যে বিভিন্ন কম্পনের দ্বারা উৎপন্ন হইয়াছে, তাহাতে অণুর সমসাদৃশ্য বিনষ্ট হয়।

বহু পরমাণুবিশিষ্ট অণুতে কত প্রকারের বিভিন্ন কম্পন হইতে পারে, তাহা অণুটিতে পরমাণুগুলি সজ্জিত হইয়া যে সমসাদৃশ্যের সৃষ্টি করিয়াছে, তাহার উপর নির্ভর করে। আবার এই বিভিন্ন প্রকারের কম্পনের কোন্ কোন্টি রামান রেখা উৎপন্ন করিবে ও কোন্ কোন্টি করিবে না, তাহাও কম্পনগুলির দ্বারা অণুটির সমসাদৃশ্য যে ভাবে পরিবর্তিত হয়, তাহার উপর নির্ভর করে। সুতরাং কোনও অণুর রামান বর্ণালী এবং উৎপন্ন রামান রেখাগুলির পোলারিজেশন পরীক্ষা করিয়া অণুটির সমসাদৃশ্য ও সেই সঙ্গে তাহার আকৃতি নির্ধারণ করা যায়। আবার রামান রেখাগুলির পোলারিজেশন পরীক্ষা করিয়া কোন্ রামান রেখা কি প্রকার কম্পনের দ্বারা সৃষ্ট হইয়াছে, ইহা অনেক ক্ষেত্রে স্থির করা যায় এবং পরে পরমাণুগুলির পরস্পরের মধ্যে যে বন্ধন আছে, তাহার দৃঢ়তাও নির্ধারণ করা যায়।

পূর্বে বলা হইয়াছে যে, প্রত্যেক পদার্থের অণু নির্দিষ্ট কয়েকটি রামান রেখা উৎপন্ন করে, সুতরাং বিভিন্ন পদার্থের অণুর রামান রেখাগুলির

সংখ্যা ও তাহাদের প্রত্যেকটির কম্পন-হার বহু পূর্বেই নির্ধারিত হইয়াছে। এই জন্ত রামন একেষ্ঠ পরীক্ষা করিয়া কোন অজাত পদার্থের অণুর স্বরূপ নির্ণয় করা যায় অথবা কোন জাত পদার্থে দ্বিতীয় কোন পদার্থ অল্প পরিমাণে সংমিশ্রিত আছে কিনা, ইহাও বুঝা যায়। আবার কোন পদার্থ বারবীর অবস্থা হইতে তরল অথবা তরল অবস্থা হইতে কঠিন অবস্থায় রূপান্তরিত হইলে উহার অণুগুলির মধ্যে শেযোক দুইট

অবস্থার কোন আকর্ষণজনিত পরিবর্তন ঘটে কিনা, তাহাও উক্ত তিনটি অবস্থার পদার্থটির রামন রেখাগুলি পর্যবেক্ষণ করিয়া বুঝা যায়। এই ভাবে বিভিন্ন পদার্থের অণুগুলির স্ববন্ধে নানারূপ তথ্য অন্বেষণ করিয়া যে সকল নূতন জ্ঞান বৈজ্ঞানিক-গণ লাভ করিয়াছেন, তাহা এই পর্যন্ত প্রকাশিত প্রায় পাঁচ সহস্র মৌলিক প্রবন্ধে প্রকাশিত হইয়াছে। ইহা হইতেই রামনের আবিষ্কারের গুরুত্বের উপলব্ধি হইবে।

লেসার রামন বর্ণালী-বিজ্ঞান

সূর্যেন্দ্রবিকাশ কর *

লেসার ও রামন একেষ্ঠ—বর্তমান শতাব্দীর

এই দুটি মৌলিক আবিষ্কার আলোক-বিজ্ঞানে যুগান্তর এনেছে। একদিকে রামন একেষ্ঠের প্রয়োগ অণুরাজ্যের অন্তর্জগতের সন্ধান দিবে তার বৈচিত্র্যের বহুমুখী সমস্তার সমাধান করেছে, অন্য দিকে লেসারের মাধ্যমে আমরা সাধারণ আলোর চেয়ে বহুলাংশে প্রখর ও দীপ্তিমান আলোর সন্ধান পেয়েছি। প্রযুক্তি-বিজ্ঞান মাধ্যমে লেসারের প্রয়োগ মাহুয়ের সভ্যতাকে বিন্দুস্বরূপে অগ্রগামী করেছে। রামন একেষ্ঠের প্রয়োগ নিয়ে যে রামন বর্ণালী-বিজ্ঞান গড়ে উঠেছে, সাধারণ উদ্ভাসী একবর্ণী আলোর পরিবর্তে লেসার ব্যবহার করে তার উৎকর্ষ সাধিত হয়েছে; কলে লেসার রামন বর্ণালী-বিজ্ঞান অণুজগতে গবেষণার এক সুস্পষ্ট বিন্দুস্বরূপ অগ্রগতির আভাস নিয়ে উপস্থিত হয়েছে। এই সম্পর্কে আলোচনার আগে অণু-জগতের গবেষণার পদ্ধতিগুলি সম্পর্কে কিছু বলা দরকার।

অণুর অন্তর্লোকে

পরমাণু সম্পর্কে আমাদের অনেক কিছুই জানা আছে। পরমাণুর ইলেকট্রনগুলি বিভিন্ন কক্ষে ওঠা-নামার কলে আমরা পাই শক্তির বিকিরণ। সেই শক্তি আলো কখনো বা এক্স-রশ্মি বা অতি-বেগুনী রশ্মি হিসাবে ধরা পড়ে। সবচেয়ে শক্তিশালী গামারশ্মির উৎস হলো পরমাণুর নিউ-ক্লিয়াস। কিন্তু ছুই বা ততোধিক পরমাণু মিলে যখন অণুর সৃষ্টি হয়, তখন পরমাণুগুলির প্রকৃতির যে বড় একটা পরিবর্তন হয়—তা নয়, কিন্তু তাদের এই অণুতে বাঁধা পড়বার কলে তাদের গতিবিধি কিছুটা জটিল হয়ে পড়ে। যেমন পরমাণুগুলি তাদের অদৃশ্য গ্যাটহাউস মাঝামাঝি একটি অঙ্গ-পথে ঘূর্ণপাক (Rotation) ধায়। এই ঘূর্ণপাকের কলে যে শক্তি আমরা পাই, তা সাধারণতঃ অণুতরঙ্গের (Microwave) পর্যায়ে পড়ে।

*সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার ফিজিক্স,

কলিকাতা—9

তাছাড়া অণুতে সৃষ্টি হয় স্থির কম্পন বা স্পন্দন (Vibration)। এই স্পন্দন পরমাণুতে ইলেকট্রনের ওঠা-নামার সঙ্গে তুলনীয় নয়, যদিও উভয় ক্ষেত্রেই এরা বিকিরণধর্মী। অণুতে এই স্পন্দন সম্ভব হয় পরমাণুর গতিবিধির ফলে। এই গতিবিধির জন্তে অণুটি যে ভেঙ্গে পড়ে—তা নয়, কিন্তু তাতে সৃষ্টি হয় বিভিন্ন কম্পাঙ্কের স্পন্দন।

এই কম্পাঙ্কের পাল্লা অবলোহিত রশ্মি বা তার কাছাকাছি পড়ে। বিভিন্ন শক্তির কম্পাঙ্ক সম্পর্কে যারা খবর রাখেন, তাঁদের কাছে এটা স্পষ্ট যে, এই পাল্লার কম্পাঙ্কে নিহিত শক্তিমাত্রা সাধারণ আলোর চেয়ে অনেক গুণ কম। তাই বস্তুর বাইরে আসবার আগেই এরা তাপের আকারে নিজেদের হারিয়ে কেলে অথচ এই কম্পাঙ্কের স্বরূপ না জানতে পারলে অণু সম্পর্কে কিছু জানা যাবে না। পরমাণুতে যেমন কক্ষগুলি শক্তির স্তর—তেমনই অণুর ক্ষেত্রে তাদের কাঠামো বা পরমাণুর অবস্থান এক রকম নয়। অণুদের কেউ সরল রেখাকার, কেউ ইংরেজী V বা L-এর মত, কোনটা অষ্টতলীয় বা বহুতলীয় ইত্যাদি। অণুর গঠন-রহস্য জানতে হলে তাই এই স্পন্দনের (Vibration) ধর্ম জানা বিশেষ প্রয়োজন।

অবলোহিত রশ্মির শোষণ পদ্ধতি ও রামন এফেক্ট

পরমাণুর গতিবিধির ফলে অণুতে সৃষ্টি এই স্পন্দন একটি বিশেষ অণুর ক্ষেত্রে তার বিভিন্ন স্পন্দন শক্তিস্তরে (Vibrational energy level) ওঠা-নামার ফলে সম্ভব হয়। আগেই আমরা বলেছি, এই স্পন্দনের শক্তি অবলোহিত রশ্মির পাল্লার পড়ে। তাই অবলোহিত রশ্মিতে অণুকে উত্তাসিত করলে অণু তার কম্পাঙ্ক অনুযায়ী এই রশ্মি শোষণ করে নেয়। এই পরীক্ষা থেকে আমরা অণুর কম্পাঙ্ক পরোক্ষভাবে ধরতে পারি।

কিন্তু এই পরীক্ষার নানা অসুবিধা রয়েছে। প্রথমতঃ বস্তুর নমুনার আবরণটি এমন হওয়া চাই যে, তা যেন এই রশ্মি শোষণ না করে। তাই সাধারণ কাচ নয়, সোডিয়াম ক্লোরাইড বা ঐ জাতীয় বস্তুর মাধ্যমে এই রশ্মি পাঠাতে হয়। জলীয় বা অম্লরূপ দ্রবণে নমুনা নেওয়া চলে না—সেখানেও সেই একই সমস্যা।

তাছাড়া অবলোহিত রশ্মির উৎপাদন ও নমুনা থেকে বিকিষ্ট এই রশ্মি ধরে পরিমাপ করা আলোর চেয়ে যে কষ্টসাধ্য, তাতে কোন সন্দেহ নেই।

সাধারণ আলোতে উত্তাসিত অণু থেকে উদ্ভাসী আলোর কম্পাঙ্ক নিয়ে যে আলো বিকিষ্ট হয়, যাকে আমরা র‍্যালো বিকিরণ বলি, তা দিয়ে অণুর স্পন্দনের কম্পাঙ্কের হদিস পাওয়া যায় না। রামন এফেক্ট দিয়ে পরীক্ষার সাধারণ উদ্ভাসী আলোর কম্পাঙ্ক অণু থেকে বিকিষ্ট হয়ে কিছুটা হ্রাসপ্রাপ্ত ও কিছুটা বৃদ্ধিপ্রাপ্ত কম্পাঙ্কের আলোতে রূপান্তরিত হয়ে বেরিয়ে আসে। এই বাড়তি ও ঘাটতি কম্পাঙ্কই হলো অণুর স্পন্দনের কম্পাঙ্ক। অণুর বিভিন্ন শক্তিস্তরের জন্তে এরকম একাধিক বাড়তি ও ঘাটতি কম্পাঙ্কের সন্ধান পাওয়া যায়। অণুর কম্পাঙ্ক অবলোহিত পর্যায়ে পড়লেও উদ্ভাসী ও বিকিষ্ট—উভয় রশ্মিই রামন পরীক্ষার দৃশ্য আলোর পর্যায়ে পড়ে। তাই এই পরীক্ষায় কিছুটা সুবিধা রয়েছে। তবু ১৯২৪ খ্রীস্টাব্দের আগে কেউ এরকম বিকিষ্ট আলোর সন্ধান পান নি কেন, তার কারণ হিসেবে বলা যায় যে, রামন বণালী রেখার দীপ্তি র‍্যালের বিকিরণ থেকে অনেকাংশে ক্রীণতর। তাছাড়া বহু অণুর ক্ষেত্রে দেখা যায় যে, উদ্ভাসী আলো অণুতে শোষিত হয়ে যায়। পরে অণু তার স্পন্দন শক্তিস্তরগুলিতে নীচের দিকে নামতে থাকে ও স্পন্দনের বিকিরণ তাপের আকারে বস্তুর নমুনাতোই ছড়িয়ে পড়ে। শোষণ প্রক্রিয়াতে পরমাণুর ইলেকট্রনও অংশ নেয়।

কলে এখন পরমাণুর উত্তেজনা প্রশমিত হয়ে আমরা যে বিকিরণ পাই, তাকে বলা হয় প্রতিপ্রভা (Florescence)। এই আলো থেকে স্পষ্টতঃই দেখা যাচ্ছে, অণুর স্পন্দনের কোন আভাস পাওয়া যায় না অথচ এর দীপ্তিও সামান্য নয়। র‍্যালের বিকিরণ ও প্রতিপ্রভার দীপ্তিতে র‍য়ান রেখাগুলি সহজেই চাপা পড়ে যায়।

তাই র‍য়ান একেকের পরীক্ষাও খুব সাবধানতার সঙ্গে করা প্রয়োজন। তাছাড়া, পরবর্তী কালে উদ্ভাসী আলোর ক্ষেত্রে সাধারণ পারদ-বাষ্প দীপের পরিবর্তে কুণ্ডলীকৃত দীপ দিয়ে এই পরীক্ষা আরো সহজ করা হয়েছে। এখন মনোক্রোমোটারের সাহায্যে র‍য়ান বর্ণালী উদ্ভাসী আলোর বর্ণালী থেকে পৃথক করে নেওয়া যায়। কটো-গ্রাফিক প্লেটের পরিবর্তে কটোমাল্টিপ্লায়ারের সাহায্যে কাগজের উপর লেখনী দিয়ে র‍য়ান বর্ণালী রেকর্ড করা যায়।

কিন্তু র‍য়ান বর্ণালী ও অবলোহিত শোষণ পদ্ধতির মৌলিক প্রক্রিয়াতেই একটা পার্থক্য রয়েছে, যার কলে অণুগুলির সম্পূর্ণ সাম্যধর্মী স্পন্দন অবলোহিত প্রক্রিয়ার ধরা পড়ে না অথচ র‍য়ান একেক্টে এদের ধরা যায়। আবার সম্পূর্ণ সাম্যবিরোধী স্পন্দনের বেলায় এর ঠিক উল্টো। দুই পরমাণুযুক্ত সরলরেখাকার অণুতে সাম্যধর্মী স্পন্দনের একটা-উদাহরণ দেওয়া যেতে পারে। দুটি পরমাণুই এরকম স্পন্দনে মূখোমুখি এগিয়ে আসছে আবার উল্টো দিকে পিছিয়ে যাচ্ছে। কলে যেন পর পর অণুটির আয়তন বাড়ছে ও কমছে। সাম্যবিরোধী স্পন্দনের বেলায় একটি পরমাণু যখন এগিয়ে আসছে, অন্যটি তখন বিপরীত-মুখী। এই অবস্থার অণুর আয়তনে যেন একটুও হ্রাস-বৃদ্ধি হচ্ছে না। বিজ্ঞানের ভাষায় এই ব্যাখ্যাটি আর একটু জটিল। সামান্য পরিসরে সে সম্পর্কে দু-এক কথা বলা যায়। যে কোন বিকিরণই তড়িৎ-চুম্বকীয় তরঙ্গ। বিকিরণ তরঙ্গের

সঙ্গে আড়াআড়িভাবে তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্রের তরঙ্গও তার সঙ্গে এগিয়ে চলে। অণুতে পরমাণুর ধন ও ঋণবিদ্যুৎ মেঘের মত বেতাবেই ছড়িয়ে থাকুক না কেন, বিকিরণসংশ্লিষ্ট তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রভাবে অণুটি একটি দিমেরুর (Dipole) মত আচরণ করে অর্থাৎ এক দিকে ধন আধান অল্প দিকে ঋণ আধান যেন কেন্দ্রীভূত হয়—একটি বৈদ্যুৎ ক্ষেত্রের দু-দিকে। তড়িৎ ক্ষেত্রটি পরিবর্তী বলেই এই দিমেরু ও কম্পমান (Oscillating) অবস্থা পায়, কলে বিকিরণের উৎস হয়ে দাঁড়ায়। এই বিকিরণই র‍্যালের বিকিরণ নামে পরিচিত। এর কম্পাঙ্ক উদ্ভাসী বিকিরণের, তথা তার তড়িৎ ক্ষেত্রের কম্পাঙ্কের অমূহুরূপ। অণুর সাম্যবিরোধী স্পন্দনে এই দিমেরু ভ্রামকের (Dipole moment) পরিমাণ বৃদ্ধি পায়, সে ক্ষেত্রে অবলোহিত শোষণ কার্যকরী হয়। আবার সাম্য-ধর্মী কম্পনের বেলায় অণুর স্পন্দনগুলি র‍্যালের বিকিরণের সঙ্গে দোলারিত (Modulated) হয়ে র‍য়ান রেখার জন্ম দেয়। অণুর একটি বিশেষ কম্পাঙ্ক যদি ν' আর উদ্ভাসী আলোর কম্পাঙ্ক ν হয়, তবে র‍য়ান বর্ণালী রেখা $\nu - \nu'$ বা $\nu + \nu'$ হবে। $\nu - \nu'$ রেখাটি ষ্টোন্সের নামে অভিহিত হয়। তার কারণ প্রতিপ্রভার আলো উদ্ভাসী আলোর কম্পাঙ্কের চেয়ে কম হয়—ষ্টোন্স এই নিয়মটি প্রচলন করেছিলেন। তাই হ্রাসপ্রাপ্ত কম্পাঙ্কের র‍য়ান-রেখা ঐ নামেই পরিচিত আবার বৃদ্ধিপ্রাপ্ত কম্পাঙ্কের র‍য়ান-রেখা অ্যাণ্টি-ষ্টোন্স নামে অভিহিত হয়। প্রসঙ্গতঃ বলা যায়, নিম্নতর স্পন্দন শক্তিস্তরের অণু উদ্ভাসী আলোর সংঘাতে যখন উচ্চতর স্তরে থেকে যায়, তখন ষ্টোন্স রেখা ($\nu - \nu'$) ও গোড়াতেই যে সব অণু উচ্চতর থেকে থাকে, তারা উদ্ভাসী আলোতে নিম্নতর স্তরে ফিরে এলে অ্যাণ্টি-ষ্টোন্স রেখা ($\nu + \nu'$) পাওয়া যায়।

সে বাহ্যিক, আংশিক সাম্যধর্মী স্পন্দন দুটি প্রক্রিয়াতেই ধরা পড়ে। অণুরাজ্যে এই রকম

স্পন্দন অধিকাংশ অণুতেই রয়েছে। তাই রামন এক্ষেত্রে ও অবলোহিত প্রক্রিয়া একদিকে পরস্পরের পরস্পরক হয়েও কিছুটা প্রতিদ্বন্দ্বীও বটে। রামন পরীক্ষার উল্লিখিত সুবিধাজনক রূপান্তরের ফলেও যে অসুবিধা দেখা যায়, তা হলো রামন বর্ণালীর দীপ্তির ক্ষীণতা। আর এই দীপ্তির মাত্রা ও সমবর্তনের (Polarisation) মাত্রার পরিমাপ দিয়েই তো অণুর গঠন, তার কম্পনের সাম্যধর্ম প্রভৃতি জানা যাবে। তাই উজ্জলতর লেসার রশ্মি উদ্ভাসী আলোরূপে ব্যবহার করে এই অসুবিধাগুলি সম্পূর্ণরূপে দূর করা সম্ভব হয়েছে।

লেসারের প্রয়োগে রামন এক্ষেত্রে

সাধারণ আলোর চেয়ে বহুলাংশে উজ্জলতর লেসার আলোতে অণু উদ্ভাসিত হয়ে যে আলো বিকির্ণিত হবে, তার দীপ্তিও হবে উজ্জলতর সন্দেহ নেই। ক্ষীণ রামন-রেখাগুলিও হবে দীপ্ততর। অবিরাম তরঙ্গের গ্যাস লেসার (Continuous wave gas laser) আধুনিক রামন বর্ণালী যন্ত্রের সহযোগে রামন এক্ষেত্রে পরীক্ষা আরো সহজ করেছে। লেসারের প্রথম একবর্ণী আলোর রৈখিক ব্যাপ্তি সাধারণ আলোর চেয়ে অনেক কম। তাই ১/২ মি: মি: ব্যাসের সরু এই আলো উপযুক্ত দর্পণের সাহায্যে খুব ছোট আয়তনের নমুনার কেন্দ্রীভূত (Focussed) করা যায়। এমন কি 8×10^{-9} লিটার আয়তনের নমুনা থেকেও লেসার দিয়ে রামন বর্ণালী পাওয়া সম্ভব হয়েছে। কঠিন পদার্থের রামন বর্ণালীও সহজেই পাওয়া যায়। বায়ব পদার্থে অণুর ঘনত্ব অনেক কম হলেও লেসারের 3×10^{-9} সে: মি: আয়তনেও এত উজ্জল আলো হয় যে, বায়ব পদার্থের রামন-রেখা পাওয়া আর কোন সমস্যাই নয়। রামনের পরীক্ষার রঙীন পদার্থের নমুনা নিয়ে সমস্যা হলো যে, উদ্ভাসী আলো এই সব নমুনার শোষিত হয়—ফলে রামন বর্ণালী পাওয়ার কোন সম্ভাবনা

থাকে না। গ্যাস লেসার থেকে এখন এমন সব কম্পাঙ্কের উদ্ভাসী আলো পাওয়া যায় যে, রঙীন পদার্থে শোষণযোগ্য কম্পাঙ্ক বাদ দিয়ে যে কোন একটি লেসার রশ্মির কম্পাঙ্ক নির্বাচন করে নিয়ে রঙীন নমুনার রামন বর্ণালী ধরা সম্ভব হয়। লেসারের আলোর সবটাই সমবর্তিত (Polarised)। সাধারণ আলোর রামন পরীক্ষার রামন বর্ণালীর আলো কতটা সমবর্তিত, তাই দেখে অণুর স্পন্দন কতটা সাম্যধর্মী, তা স্থির করা হতো। এখন লেসার রামন বর্ণালীর আলো কতটা সমবর্তিত নয়, তা থেকে স্পন্দনের সাম্য বিরোধিতা ঠিক করা হয়। লেসারের প্রয়োগে একটি যন্ত্র দিয়েই 60 cm^{-1} থেকে 4000^{-1} তরঙ্গ সংখ্যার (Wave number) রামন বর্ণালী পাওয়া যায় অনায়াসে (তরঙ্গ সংখ্যা — কম্পাঙ্ক/আলোর গতি)। অজৈব রসায়নবিদদের কাছে তাই লেসার রামন বর্ণালী যন্ত্র একটি নতুন যুগের ইঙ্গিত নিয়ে এসেছে। অথচ 60 cm^{-1} থেকে 400 cm^{-1} তরঙ্গ সংখ্যার আণবিক কম্পনের জন্তে অবলোহিত শোষণ পদ্ধতির জটিল যন্ত্রপাতি নিয়ে তাঁদের দুর্ভাবনার অন্ত ছিল না। অবশ্য এখনও জৈব রসায়নবিদদের কাছে অবলোহিত পদ্ধতিটি অপরিহার্য, কারণ জৈব অণুর অধিকাংশই সাম্যবিরোধী স্পন্দনের উৎস। কিন্তু যেক্ষেত্রে দুটি পদ্ধতিই কার্যকরী, সেক্ষেত্রে লেসার রামন যন্ত্রকে অগ্রাধিকার দিতে এখন কোনও দ্বিধার কারণ নেই।

লেসার রামন বর্ণালী-বিজ্ঞানের প্রয়োগের উদাহরণ

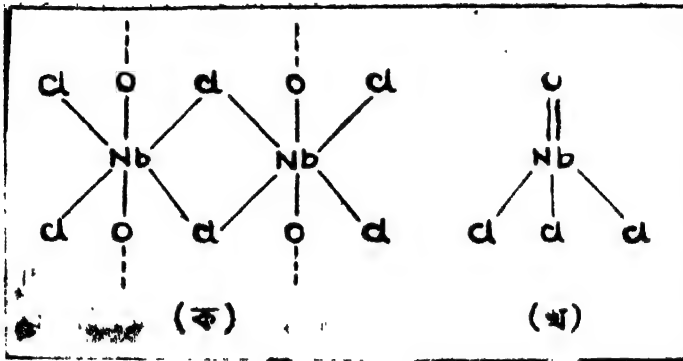
- (১) রঙীন অণু— MX_6^{n-} অষ্টতলীয় অণু।
($\text{M}=\text{Re}, \text{Ir}, \text{Os}, \text{Pt}$ বা Pd আর $\text{X}=\text{Cl}$ বা Br)। এই অণু এত রঙীন যে, সাধারণ চোখে মনে হয় অস্বচ্ছ। অথচ এদের রামন বর্ণালী জানা একান্ত প্রয়োজনীয় ছিল। বর্তমান লেসার রামন

যন্ত্রে সেই বর্ণালী ধরা পড়েছে। কলে এই সব অণুর স্পন্দন থেকে M ও X কিভাবে বাঁধা পড়ে, সেই বাঁধনের প্রকৃতিই বা কি, তা স্পষ্টভাবে নির্ধারণ করা যাবে।

(2) যে সব অণু আলোতে বিকৃত হয়— এমন কতকগুলি অণু আছে, যারা উদ্ভাসী পারদ দাঁপের 4358\AA তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলোর বিকৃত হয়ে যায় অর্থাৎ তাদের আপবিক আসল কাঠামোটি তেজে পড়ে। এই অবস্থার রামন বর্ণালী নেবার কোন প্রয়োজনই থাকে না। হিলিয়াম-নিওন লেসারের লাল আলো উদ্ভাসী আলো

(3) গ্যাসের রামন বর্ণালী—লেসার রামন যন্ত্রে গ্যাসীয় অণুর রামন বর্ণালী নেওয়া যে সম্ভব হয়, একথা আগেই বলেছি। কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় অবস্থার Xe F_6 -এর রামন বর্ণালী নিয়ে দেখা যাচ্ছে যে, গ্যাসীয় অবস্থার অণুর গঠন অল্প দুটি অবস্থার অণু থেকে পৃথক। NbOCl_3 অণুর গ্যাস অবস্থার (300°C) ও কঠিন অবস্থার রামন বর্ণালীর পার্থক্য থেকে এদের গঠনের পার্থক্য ধরা পড়েছে (1নং চিত্র)।

(4) অবলোহিত রশ্মির সঙ্গে প্রতিক্রিয়াশীল এবং অস্থায়ী যৌগিক পদার্থ লেসার রামন পরীক্ষার



1নং চিত্র

NbOCl_3 অণু (ক) কঠিন ও (খ) গ্যাসীয় অবস্থার গঠন-বিজ্ঞান, যা লেসার রামন বর্ণালীর সাহায্যে নির্ধারিত হয়েছে।

হিসেবে ব্যবহার করে এখন এসব অণুর রামন বর্ণালী ব্রহ্মন্দে ধরা যাচ্ছে। এই আলোতে কিন্তু এসব অণু তেজে পড়ে না। এই অণু-গুলি হলো $\text{V}(\text{CO})_6$, $\text{Cr}(\text{CO})_6$, $\text{Mo}(\text{CO})_6$, $\text{W}(\text{CO})_6$, $\text{Be}(\text{CO})_2$ । এরা সবাই অষ্টতলীয়। এসব অণুতে খাদু ও কার্বন যে ভাবে জোট বেঁধেছে, রামন বর্ণালী থেকে সেই বাঁধন শক্তির একটা আঁচ পাওয়া যায়। ফলাফল দৃষ্টে বলা যায়, এই শক্তি Re, Cr, W, V-র ক্ষেত্রে বেশ ক্রমশঃ হ্রাস পাচ্ছে।

সাক্ষ্য দেয়। বহু ক্ষেত্রে রামন বর্ণালী বিশ্লেষণে এই সব পদার্থের নতুন আপবিক স্তর প্রতি-পাদিত হয়েছে।

(5) কঠিন পদার্থের পৃষ্ঠদেশে শোষিত সামান্যতম পদার্থের রামন বর্ণালী লেসার প্রয়োগে ধরা পড়ে। সিলিকা জেল (Silica gel)-এর উপর শোষিত Br, CCl_4 , Cs_2 ইত্যাদির রামন বর্ণালী নেওয়া সম্ভব হয়েছে। এমন কি, সিলিকা জেলের পৃষ্ঠদেশে শোষিত অ্যাসিট্যালডিহাইড-এর রামন বর্ণালীতে তার ভিন্ন রূপ গঠন-বিজ্ঞান

ধরা পড়েছে। তাই মনে হয়, লেসার রামন বর্ণালীতে তার সত্যতা প্রমাণিত হয়েছে।

বর্ণালী অঙ্কনটক (Catalyst) প্রক্রিয়ার গবেষণার
বক্ষেট সাহায্য করবে।

(৬) উদ্ভাসিত কঠোর থেকে লেসার রামন
বর্ণালী অনেক কিছু নতুন তথ্য আহরণ করতে
পারবে। গবেষণাগারে তৈরি কঠোর কতটা

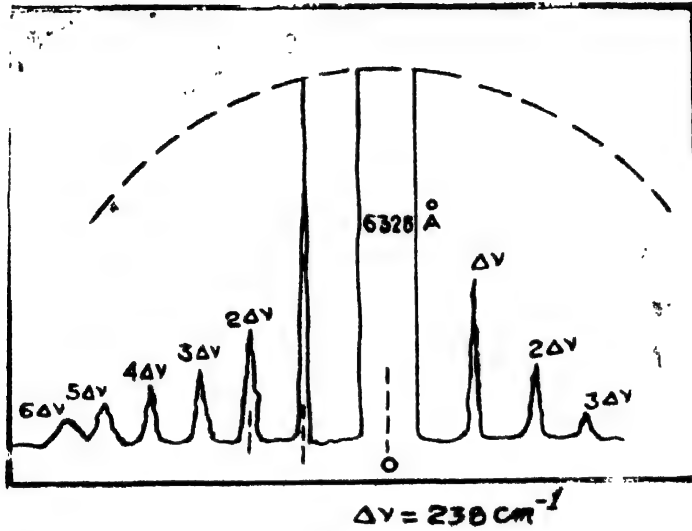
(৪) অম্লনাঙ্গী রামন বর্ণালী—১৯৫১ সালে অণুর

স্পন্দনজনিত মূল রামন-রেখার অম্লনাঙ্গী রামন

বর্ণালী আবিষ্কৃত হয়। ফলে তত্ত্বের দিক দিয়ে

রামন একক্টের গবেষণার এই আবিষ্কার একটা

মৌলিক অধ্যায়ের সূচনা করে।



২নং চিত্র

I_2^+ অণুর অম্লনাঙ্গী রামন বর্ণালী। দ্রব ক্লোরোসালফিউরিক
অ্যাসিডের ক্ষীণতর রামন বর্ণালী শোষিত হয়ে যায়।
অম্লনাঙ্গী রামন বর্ণালী ক্রমশ: ক্ষীণতর অথচ তাদের রেখার
ব্যাপ্তি (Width) বেড়ে যায়। উপরের ধাপছাড়া রেখাটি
 I_2^+ -এর শোষণ কম্পাঙ্কের পাল্লা নির্ণয় করে। এক্ষেত্রে
সর্বোচ্চ শোষণ কম্পাঙ্ক হলো ৬৪০০ Å।

পূর্ণাঙ্গ হয়েছে, তাও এই প্রক্রিয়ার পরীক্ষা করা
সম্ভব হবে।

(৭) পলিমার—ছোটখাটো সাধারণ প্রান্তিকের
বোতাম, গিয়ার (Gear) অথবা টিউবের রামন
বর্ণালী লেসার সহযোগে সহজেই পাওয়া যায়।
পলিভিনাইল ক্লোরাইডের গঠন-বিন্যাসে যে বিশৃঙ্খলা
অত্যন্ত পরীক্ষার ধরা পড়েছিল, এখন রামন

রঞ্জন পদার্থের রামন বর্ণালী প্রসঙ্গে লেসারের

উপযোগিতা সম্পর্কে আমরা আগেই বলেছি

ঐ পদার্থে শোষণযোগ্য কম্পাঙ্কের বাইরে সাধা-

রণত: একটি লেসার কম্পাঙ্ক উদ্ভাসী আলো

হিসেবে ব্যবহার করতে হয়, তা না হলে বিকিষ্ট

রামন বর্ণালীও শোষণযোগ্য কম্পাঙ্কের পাল্লায়

পড়েছে বলে তারাতো শোষিত হয়ে যায়। কিন্তু

তত্ত্বের দিক দিয়ে এই সত্যটি সুপ্রতিষ্ঠিত ছিল যে, এই সব পদার্থে শোষণযোগ্য কম্পাঙ্কের পাল্লার যে কম্পাঙ্কের শোষণ সর্বোচ্চ, তার কাছাকাছি কোন নির্দিষ্ট কম্পাঙ্কের আলো দিয়ে এই রঙীন পদার্থটিকে উত্তাপিত করলে বিকিষ্ট 2, 3 ইত্যাদি গুণের কম্পাঙ্কের অম্লনাদী রামন বর্ণালী পাওয়া যাবে। এই উল্লেখযোগ্য পরীক্ষাটির জন্তে নমুনাটি খুব ছোট আকারে নিতে হবে, যাতে বিকিষ্ট রামন বর্ণালীকে নমুনার মধ্যে অতি অল্প পথ অতিক্রম করতে হয়। কলে শোষণের সুযোগ কমে যাবে। এভাবে গাড় নীল I_2^+ -এর রামন বর্ণালী নেওয়া হয়েছে। ফ্লোরোসালফিউরিক অ্যাসিডের সঙ্গে I_2^+ -এর 10^{-3} মোলার দ্রবণ নিয়ে এই পরীক্ষা করা হয়। I_2^+ -এর সর্বোচ্চ শোষণ কম্পাঙ্ক 6400\AA -এর কাছাকাছি, 6328\AA লেসারের লাল আলো দিয়ে এই নমুনাটি উত্তাপিত করে শুধু উজ্জল ষ্টোজ ও অ্যান্টিস্টোজ রামন-রেখা নয়, তাদের ওজারটোনগুলিও ধরা পড়েছে (2নং চিত্র)। 10^{-3} থেকে 10^{-4} মোলার ঘনীভবনের দ্রবণে লেসার ছাড়া রামন বর্ণালীর উৎপাদন কখনই সম্ভব হতো না।

এই আবিষ্কারটি লেসার রামন বর্ণালী-বিজ্ঞানে

সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য পদক্ষেপ সন্দেহ নেই। এথেকে রামন একেটের মৌলিক তত্ত্ব এবং তার প্রয়োগের নূতন নূতন ক্ষেত্র ক্রমশঃ জানা যাবে। রঙীন পদার্থের সামান্য নমুনা থেকে—এমন কি উত্তেজিত পরমাণু সমন্বিত অণু সম্পন্ন ও লেসার রামন যন্ত্রে আরো নূতন তথ্যের সন্ধান দেবে।

(9) প্রাক্‌জ্‌মার ধর্ম—কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় পদার্থ ছাড়া পদার্থের চতুর্থ অবস্থা প্রাক্‌জ্‌মার নমুনাতেও লেসার রামন বর্ণালী থেকে প্রাক্‌জ্‌মার ধর্ম সম্পর্কে তথ্য পাওয়া যায়। তাপকেন্দ্রিক ক্রিয়ার (Thermonuclear reaction) জন্তে গবেষণা-গারে যে প্রাক্‌জ্‌মা উৎপাদন করা হয়, তার পরীক্ষা-নিরীক্ষার লেসার রামন বর্ণালী-বিজ্ঞান ক্রমশঃ একটি বিশিষ্ট ভূমিকা নেবে, সন্দেহ নেই।

উপসংহারে একথা বলা যায় যে, লেসার ও রামন একেটের সম্মিলিত পরীক্ষার অতি অল্প সময়ের মধ্যে যে প্রভূত পরীক্ষালব্ধ ফল আমাদের জ্ঞানে জমা হয়েছে তাতে মনে হয় রামন একেট নিয়ে গবেষণার এই শতাব্দীর সমস্ত ফলাফলই অল্প যে কোন আবিষ্কারের ফলাফলকে অতিক্রম করে যাবে।

স্বর্গীয় অধ্যাপক চন্দ্রশেখর ভেঙ্কট রামন

সভাপতিশ্রীজন খান্দিগীর*

বিশ্বের শ্রেষ্ঠ বিজ্ঞানীদের অন্ততম ও ভারত-বর্ষের শ্রেষ্ঠ পদার্থবিদ ‘ভারত-রত্ন’ চন্দ্রশেখর ভেঙ্কট রামনের মহাপ্রয়াণে সমগ্র বিজ্ঞান-জগৎ ও ভারতবাসী আজ শোকে অভিভূত। মৃত্যুর কয়েক মাস পূর্বে তিনি হৃদরোগে আক্রান্ত হন এবং ব্যাঙ্গালোরে তাঁর নিজ তবনে গত বছরের ২১শে নভেম্বর সকালে তিনি শেষ নিঃশ্বাস পরিত্যাগ করেন। ১৮৮৮ সনের নভেম্বর ২১ তারিখে ত্রিচিনপল্লীতে তাঁর জন্ম হয়। তাঁর দীর্ঘ জীবনে তিনি গভীর নিষ্ঠা ও অক্লান্ত পরিশ্রম সহকারে পদার্থ-বিজ্ঞানে উচ্চাঙ্গের গবেষণা করে গেছেন। তাঁর জীবনের মূল মন্ত্রই ছিল—“বিজ্ঞানেই নৈব বিজ্ঞানান্তি বিজ্ঞানমুপাস স্ব” অর্থাৎ বিজ্ঞানের দ্বারাই বিশেষ জ্ঞান লাভ হয়, বিজ্ঞানের উপাসনা কর।

অধ্যাপক রামনের জীবন-বৃত্তান্ত ও বৈজ্ঞানিক অবদানের কথা কিছু বলবার পূর্বে তাঁর সঙ্গে আমার ব্যক্তিগত সম্পর্কের কথা বলা বোধ হয় অপ্রাসঙ্গিক হবে না। ১৯১৯-২১ সনে কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের পদার্থ-বিজ্ঞানে আমি তাঁর অন্তর্গত ছাত্র ছিলাম। তিনি তখন ঐ বিশ্ববিদ্যালয়ে পদার্থ-বিজ্ঞানে পালিত-অধ্যাপকের পদে অধিষ্ঠিত। তিনি আমাদের তড়িৎ-বিজ্ঞান পড়িয়েছিলেন। এই বিষয়ে সেই সময়কার আধুনিক আবিষ্কারগুলি সযত্নে তিনি যে সব উদ্বোধনাপূর্ণ বক্তৃতা দিতেন, তা আজ প্রায় পঞ্চাশ বছর পরেও আমার মনে সুস্পষ্টভাবে অঙ্কিত আছে। ‘বজ্র ও বিদ্যুৎ’ সযত্নে তাঁর তথ্যপূর্ণ বক্তৃতাগুলি আমার পরবর্তী জীবনে ঐ বিষয়ের গবেষণায় উৎসাহ করেছিল। আমি তাঁর অধীনে কয়েক

মাস গবেষক ছাত্র হিসেবে কাজ করে তাঁর মনীষার পরিচয় পেয়েছিলাম। সেই সময় অধ্যাপক দেবেন্দ্রমোহন বসুও আমাদের পড়িয়েছিলেন। সঙ্ঘ-জার্মান প্রত্যাগত অধ্যাপক দেবেন্দ্র মোহন বসুর অধ্যাপনাও আমাদের খুব প্রিয় ছিল। স্বর্গতঃ অধ্যাপক মেঘনাদ সাহা এবং শ্রদ্ধেয় অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ বসুও আমাদের সময়ে কলিকাতা সায়োল কলেজে অধ্যাপনা করতেন। তাঁদের কাছে পড়বার সৌভাগ্য আমার হয় নি। এখানে বলা প্রয়োজন, তদানীন্তন অনেক তরুণ অধ্যাপক, যারা পরবর্তী জীবনে প্রতিষ্ঠা লাভ করেছিলেন, যথা—স্বর্গতঃ অধ্যাপক কণীন্দ্রনাথ ঘোষ, স্বর্গতঃ অধ্যাপক শিশিরকুমার মিত্র, স্বর্গতঃ অধ্যাপক বিধুভূষণ রায় প্রভৃতি, অধ্যাপক রামনের অধীনেই গবেষণা সুরু করেন। ছাত্রের বিষয়, পরবর্তী জীবনে অধ্যাপক রামনের সঙ্গে আমার যোগ ছিল না।

চন্দ্রশেখর ভেঙ্কট রামন মাদ্রাজ প্রেসিডেন্সী কলেজ থেকে মাত্র আঠারো বছর বয়সে কৃতিত্বের সঙ্গে পদার্থ-বিজ্ঞানে এম. এস-সি. পরীক্ষার উত্তীর্ণ হয়ে ভারতীয় রাজস্ব বিভাগে উচ্চ কর্মচারীরূপে নিযুক্ত হন। ১৯০৭ থেকে ১৯১৭ পর্যন্ত দশ বছর দক্ষতার সঙ্গে তিনি ভারতীয় রাজস্ব বিভাগে কাজ করেন। অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ বসু বলছেন যে, চন্দ্রশেখর ভেঙ্কট রামন যখন ঐ কাজে কলিকাতার বদ্দি হন (সম্ভবতঃ ১৯১৪ সনে), তখন তিনি বউবাজারে ভারতীয় বিজ্ঞান-চর্চা পরিষদের (Indian Association for the Cultivation of Science)

* বিশ্বভারতী বিশ্ববিদ্যালয়, শান্তিনিকেতন

সুদূর বীক্ষণাগারে তাঁর গবেষণা আরম্ভ করেছিলেন। সেই সময় থেকেই তিনি ধ্বনি-তত্ত্ব ও ভারতীয় বাস্তবায়ন নিয়ে গবেষণার কাজে নিযুক্ত ছিলেন। কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের তদানীন্তন উপাচার্হ প্রখ্যাত আন্তর্জাতিক যুগোপাধ্যায়ের আছান্নে চম্পেশ্বর ভেট্ট রামন 1917 সনে কলিকাতা বিজ্ঞান কলেজের পদার্থ-বিজ্ঞানের পালিত-অধ্যাপকের পদে যোগ দেন। এই সময়ে একই সঙ্গে তিনি ভারতীয় বিজ্ঞান-চর্চা পরিষদের মহেন্দ্রলাল সরকার অধ্যাপকের কাজ করেন। এই সময় থেকেই অধ্যাপক রামনের অধ্যাপনা আরম্ভ হয় এবং সেই সঙ্গে ধ্বনি-তত্ত্ব, ভারতীয় বাস্তবায়ন ও আলোকের বিচ্ছুরণ নিয়ে তাঁর নিজস্ব প্রকল্প অনুযায়ী উচ্চাঙ্গের গবেষণা নানা প্রদেশের ছাত্রদের সহযোগিতায় চলতে থাকে। আকাশ নীল কেন, সমুদ্রের জল বিভিন্ন রকমের নীল কেন—প্রখ্যাত ইংরেজ বিজ্ঞানী স্বর্গত: Lord Rayleigh-র ব্যাখ্যাকে তিনি সুপ্রতিষ্ঠিত করেছিলেন। এই সব গবেষণার জন্তে 1924 সনে অধ্যাপক রামন লণ্ডনের রয়েল সোসাইটির সভ্য নির্বাচিত হন। এর চার বছর পর 1928 সনে আলোকের বিচ্ছুরণ সম্বন্ধে পরীক্ষা-নিরীক্ষার ফলে অধ্যাপক রামন এক আশ্চর্য আবিষ্কার করেন। এই আবিষ্কারে তাঁর পূর্বতন মেধাবী ছাত্র কে. আর. রামনাথন, স্বর্গত: কে. এস. কৃষ্ণান এবং অন্যান্য ছাত্র অধ্যাপক রামনের সহযোগী ছিলেন। সামান্য বয়সেই গবেষণা-গারে প্রস্তুত উপকরণ ইত্যাদি দিয়ে এই যুগান্তকারী আবিষ্কারটি সম্ভব হয়েছিল। পরে অবশ্য দেশ-বিদেশে অধিকতর কলপ্রদ ও কার্যকরী উন্নত ধরনের যন্ত্রাদি ব্যবহার করে এই আবিষ্কারটি সমর্থিত হয়েছিল। আবিষ্কারটি মোটামুটি এই—যদি একই তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোক রশ্মি, benzene, toluene প্রভৃতি তরল পদার্থের উপরে প্রক্ষেপ করা হয়, তবে এই তরল পদার্থ

থেকে বিচ্ছুরিত আলোতে আপতিত তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য ছাড়াও সুদূরতর এবং দীর্ঘতর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য বর্ণালী-বীক্ষণ যন্ত্রের প্রেটে ধরা পড়ে। এই ব্যাপারটিকে প্রখ্যাত বিজ্ঞানী Stokes-এর প্রতিপ্রভ বিকিরণ (Fluorescence) বলা যায় না, কারণ প্রতিপ্রভ বিকিরণে আপতিত তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যই ব্যতীত তার চেয়ে দীর্ঘতর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য কেবল দেখা যায়। অধ্যাপক রামন প্রমাণ করেন যে, তাঁর আবিষ্কৃত তথ্যটি সম্পূর্ণ নূতন এক প্রক্রিয়া এবং আণবিক বিচ্ছুরণের সঙ্গেই এটি সংশ্লিষ্ট। এখানে বলা প্রয়োজন, প্রসিদ্ধ বিজ্ঞানী Smekal 1923 সনে তত্ত্বের দিক দিয়ে অল্পরূপ সিদ্ধান্তে উপনীত হয়েছিলেন। অধ্যাপক রামন শুধু যে তাঁর পরীক্ষা-গত সত্যতা প্রদর্শন করেছিলেন তা নয়, ব্যাপক-ভাবে সম্ভ্রান্ত অনেক তথ্য আবিষ্কার করেন। এই অতিনব আবিষ্কারটি বিজ্ঞান-জগতে আজ 'Raman Effect' নামে পরিচিত। Mandelstam, Landsberg প্রভৃতি বিজ্ঞানী এবং পরে অধ্যাপক রামনের ছাত্রেরাও কঠিন পদার্থে রামন এক্ষেপে প্রদর্শন করেন। বিখ্যাত মার্কিন বিজ্ঞানী Wood এবং Rasetti সর্বপ্রথম গ্যাসীয় পদার্থে রামন এক্ষেপে দেখিয়েছিলেন। রামন এক্ষেপের প্রয়োগ বিজ্ঞানের নানা বিভাগে খুবই কার্যকরী হয়েছে।

1930 সনে রামনের এই আশ্চর্য আবিষ্কারের জন্তে অধ্যাপক রামনকে বিজ্ঞানীর সর্বশ্রেষ্ঠ সম্মান নোবেল পুরস্কার প্রদত্ত হয়। এর পূর্বে 1929 সনে ব্রিটিশ গভর্নমেন্ট তাঁকে Knight উপাধিতে ভূষিত করেন। 1933 সনে অধ্যাপক রামন ব্যাঙ্গালোরে ইণ্ডিয়ান ইনস্টিটিউট অব সায়েন্সের অধিকর্তা নিযুক্ত হন এবং এর চার বছর পরে তিনি ঐ পদ ত্যাগ করেন। তখন এই ইনস্টিটিউটে তিনি শুধু পদার্থ-বিজ্ঞান বিভাগের অধ্যক্ষ হয়ে তাঁর গবেষণার কাজে ব্রতী হন। 1943 সনে তিনি ব্যাঙ্গালোরে রামন রিসার্চ ইনস্টিটিউট স্থাপন

করেন। পরবর্তী কালে এখানেই তিনি তাঁর বহু সহযোগীদের সাহায্যে রামন একেক্টের উপর আরো অনেক গবেষণা করেছিলেন। এই সময়েই, যেন হয় বিদ্যুৎ-চুম্বক তত্ত্বের (Electromagnetic theory) সাহায্যে রামন একেক্টের ব্যাখ্যা দিতে তিনি চেষ্টা করেছিলেন। কিন্তু এই ব্যাখ্যা অসম্পূর্ণ ও দোষযুক্ত ছিল না। কোয়ান্টাম তত্ত্বের উপর প্রতিষ্ঠিত Smekal এবং পরে Kramers ও Heisenberg-এর ব্যাখ্যাই এখন প্রচলিত। এই ব্যাখ্যার আপতিত তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য অপেক্ষা দীর্ঘতর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য (Stokes lines) এবং আপতিত তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য (Anti-Stokes lines) কিভাবে সম্ভব, তা স্পষ্টই বোঝা যায়। এই সময় থেকেই অধ্যাপক রামন রঞ্জন রশ্মির ব্যাবর্তনের (Diffraction) সাহায্যে হীরা, চুনি, পারা প্রভৃতি মূল্যবান অনেক ক্রিস্টাল, স্ফটিক (Quartz) ও অনেক অজৈব ও জৈব ক্রিস্টালের গঠন-বিশ্লেষণ সম্বন্ধে গবেষণা করে নতুন নতুন তত্ত্বের উদ্ঘাটন করেন। এই সময় থেকেই অধ্যাপক রামন ও তাঁর সহযোগীরা আরও একটি বিশেষ দিকে মনোনিবেশ করেন। ১৯১৩ সনে স্বর্গত: জার্মান বিজ্ঞানী Laue, Friedrich ও Knipping-এর সহযোগিতায় রঞ্জন রশ্মির সাহায্যে ক্রিস্টালের গঠন-বিশ্লেষণ নির্ধারণের জন্যে একটি পরীক্ষা করেন। কোনও বিষম (Heterogeneous) বা পর পর অবস্থিত বিভিন্ন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের রঞ্জন রশ্মি কোনও ক্রিস্টালের উপর ফেললে দেখা যায় যে, ক্রিস্টাল থেকে বহির্গত রশ্মি বিভিন্ন দিকে ক্রিস্টালের পক্ষান্তরে অবস্থিত কোটোগ্রাফিক ফিল্মে সূক্ষ্ম-ভাবে সাজানো অনেকগুলি উজ্জল ও অস্বচ্ছ দাগের সৃষ্টি করে। এই দাগগুলিকে Laue spots বলা হয়। এই কালো দাগগুলির সংস্থান থেকে ক্রিস্টালের গঠন-বিশ্লেষণ জানা যায়। Laue-এর সময় থেকেই কালো দাগগুলির সঙ্গে অস্পষ্ট ও ঝিল-ঝিল

বিক্ষিপ্ত অনেকগুলি ছায়া-রেখা দেখা গিয়েছিল। এগুলিকে Extra Laue Spots বলা হয়। আবার এক তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের সুষম (Homogeneous) রঞ্জন রশ্মি যদি চূর্ণ-ক্রিস্টালে ফেলা যায়—তখন এই চূর্ণ-ক্রিস্টাল থেকে বিভিন্ন দিকে বহির্গত রশ্মি চূর্ণ-ক্রিস্টালের চারদিকে বৃত্তাকার চৌঙের উপর সংলগ্ন কোটোগ্রাফিক ফিল্মে কতকগুলি রেখা দেখা যায়। এই সব রেখার অবস্থান থেকে ক্রিস্টালের অণুর সংবিভাস নির্ধারণ সম্ভব। একেজো বৃত্তাকার রেখাগুলির সঙ্গে অনেক অস্পষ্ট ঝিল-ঝিল-বিক্ষিপ্ত ছায়া-রেখা দৃষ্ট হয়। এই সব অস্পষ্ট ছায়া-রেখাগুলির তাৎপর্য কি, ক্রালে Wadlund (1938), Preston (1939) ও Maguin (1939) তা জানবার জন্যে প্রথম গবেষণা করেছিলেন। তার পরেই করেন ভারতবর্ষে অধ্যাপক রামন ও তাঁর সহকর্মীরা (1940) এবং ইংল্যাণ্ডে Lonsdale, Knaggs ও Smith (1940) প্রভৃতি। এই সময় স্বাধীনভাবে ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়ে ডক্টর কেদারেশ্বর বন্দ্যোপাধ্যায় ও তাঁর ছাত্রেরা এই বিষয় নিয়ে গবেষণা করেন। বিভিন্ন ক্রিস্টালে অণুগুলি বিশেষ বিশেষ ভাবে বিস্তৃত এবং এই সুবিস্তৃত অণু-সমষ্টি পর পর চতুর্দিকে অবস্থিত থাকে। এক-একটি সুবিস্তৃত অণুসমষ্টিকে জাক্রি (Lattice) বলা হয়। বহু সংখ্যক নানা রকমের ক্রিস্টালের Extra Laue spots নিয়ে গবেষণার ফলে অনেকেই এক মত যে, এই অস্পষ্ট ঝিল-ঝিল-বিক্ষিপ্ত ছায়া-রেখাগুলির সৃষ্টি জাক্রিগুলির স্পন্দনের জন্মেই হয়, কিন্তু জাক্রির স্পন্দনের কারণ সম্বন্ধে অধ্যাপক রামন প্রমুখ বিজ্ঞানীদের সঙ্গে Lonsdale প্রভৃতি বিজ্ঞানীদের সঙ্গে ঘোর মতভেদ হয়। Lonsdale প্রমুখ বিজ্ঞানীরা জোর দিয়েই বলেন যে, এই জাক্রিগুলির স্পন্দন তাপজনিত। অধ্যাপক রামনের দ্বিধা বিখ্যাত যে, তাঁর আবিষ্কার অস্বাভাবিক আলোক (বা বিকিরণ) বিচ্ছুরিত হলে তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের যে পরিবর্তন দেখা যায় এবং তারই দরুন

বে স্পন্দনগত পার্থক্য হয়—সেই অল্পব্যাপী কণ্ট্যা-
লের জাক্রিগুলিও কাঁপতে থাকে। উচ্চতাপের
জন্তে এই স্পন্দনের যে কিছুটা পরিবর্তন হতে পারে,
অধ্যাপক রামন তা স্বীকার করেন। Max Born
এই প্রসঙ্গে তাঁর Cyclic lattice theory প্রবর্তন
করেন। এই বিষয়টির বিস্তারিত আলোচনা
এখানে সম্ভব নয়।

দেশ-বিদেশের অনেক প্রতিষ্ঠান থেকে
অধ্যাপক রামন যে সব সম্মান ও উপাধি পেয়ে-
ছিলেন তার সংখ্যা নেই। 1930 সনে নোবেল
পুরস্কার পাবার অব্যবহিত পূর্বে 1928 সনে
ইতালীয় সোসাইটি অব সায়েন্সের Matteucci
পদক এবং 1930 সনে লণ্ডন রয়েল সোসাইটির
প্রসিদ্ধ Hughes পদক দিয়ে তাঁকে সম্মানিত করা
হয়। 1941 সনে তিনি আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্রের
Franklin পদক লাভ করেন। প্যারী বিশ্ব-
বিদ্যালয় থেকে অনারারী ডি. এস-সি., গ্রাস্গো
বিশ্ববিদ্যালয় থেকে এল. এল. ডি. এবং ক্রাইবুর্গ
বিশ্ববিদ্যালয় থেকে অনারারী পি-এইচ. ডি. উপাধি
তাঁকে দেওয়া হয়। কলিকাতা, বম্বে ও মাদ্রাজ
বিশ্ববিদ্যালয়ও অধ্যাপক রামনকে অনারারী ডি.
এস-সি. দিয়ে সম্মানিত করেন। ইংল্যান্ড, ইউরোপ
ও আমেরিকার বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক সংস্থার তিনি
কেলো নির্বাচিত হন। তিনি ইন্ডিয়ান অ্যাকা-
ডেমির অন্ততম প্রতিষ্ঠাতা ও সভাপতি ছিলেন।
1929 সনে তিনি ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের
সভাপতির কাজ করেন। 1949 সনে অধ্যাপক

রামন ভারতের 'জাতীয় অধ্যাপক' নির্বাচিত হন।
1954 সনে তাঁকে ভারত গভর্নমেন্ট 'ভারত-রত্ন'
উপাধিতে ভূষিত করেন। 1957 সনে তিনি
আন্তর্জাতিক Lenin পুরস্কার লাভ করেন। ইংল্যান্ড,
ইউরোপ ও আমেরিকার বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক প্রতি-
ষ্ঠান থেকে বহুবার আমন্ত্রিত হয়ে এই সব স্থানে
বক্তৃতা দি়ে তিনি ভারতবর্ষের গৌরব বর্ধন
করেছিলেন।

অধ্যাপক রামন তাঁর শেষ বয়সে নিজের
প্রতিষ্ঠিত রামন ইনস্টিটিউটে যে সব গবেষণা
করেছিলেন, তার মধ্যে মাত্রাবের দৃষ্টিতত্ত্ব এবং ফুলের
বিবিধ রং সম্বন্ধে তাঁর কাজের কথা উল্লেখ করা
যেতে পারে।

অধ্যাপক রামন তাঁর গবেষণা সম্পর্কে বহু শত
নিবন্ধ দেশী-বিদেশী বিভিন্ন আন্তর্জাতিক বৈজ্ঞানিক
পত্র-পত্রিকায় প্রকাশিত করেছেন। তাছাড়া তাঁর
নিজের গবেষণা নিয়ে তিনি কতকগুলি পুস্তক রচনা
করে গেছেন; যথা—Molecular Diffraction
of Light, Mechanical Theory of Bowed
strings, Theory of Musical Instruments,
Physics of crystals; Diffraction of X-
rays প্রভৃতি।

পরিশেষে অধ্যাপক রামনের উপযুক্ত সহ-
ধর্মীর কথা বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। তাঁরই
অক্লান্ত সেবার একুশ আশ্রম প্রতিষ্ঠাসম্পন্ন মহা-
বিজ্ঞানীর দীর্ঘজীবন সবসঙ্গে সংরক্ষিত ও লাভিত
হয়েছিল, সন্দেহ নেই।

আচার্য রামনের বিজ্ঞান-সাধনার কলিকাতা অধ্যায়

ত্রীকেন্দ্রারের বন্দোপাধ্যায়

আচার্য রামনের বিজ্ঞান-প্রসিদ্ধির প্রধান পীঠস্থান কলিকাতা। তাই তাঁর গবেষণা-জীবনের কলিকাতা অধ্যায়ের গুরুত্ব খুবই বেশী।

ভারতের এই শ্রেষ্ঠ বিজ্ঞানীকে দেখবার প্রথম সৌভাগ্য হয় আমার এম.এস-সি ক্লাসের ছাত্র হিসাবে। কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের এম.এস-সি ক্লাসে তাঁর বক্তৃতা শোনা জীবনে এক অনির্বচনীয় অতিশ্রুতি। তাঁর বলবার অসাধারণ ক্ষমতার পদার্থ-বিজ্ঞানের জটিল বিষয় এত সহজ ও আকর্ষণীয় করে তুলছিলেন যে, তাঁর প্রতি আমাদের মন প্রকাণ্ড ভরে উঠে। এম.এস-সি পরীক্ষার পর যখন কল বেরোবার সময় হয়ে এসেছে, তখন একদিন তাঁর সঙ্গে দেখা করতে তাঁর গবেষণাশ্রম ইণ্ডিয়ান অ্যাসোসিয়েশন ফর দি কালটিভেশন অব সায়েন্সে বাই। দেখা হওয়ার তিনি খুব খুসী হয়ে বললেন যে, আমি প্রথম বিভাগে পাশ করেছি এবং জানতে চান, আমি পালিত গবেষণা বৃত্তি নিতে ইচ্ছুক কিনা। আমি তখনই সন্মতি এবং ধন্যবাদ জানিয়ে তাঁর উপদেশমত গবেষণার কাজে বসিলাম।

আচার্য রামন কলিকাতায় আসেন 1907 সালে ভারত গভর্নমেন্টের অর্থবিভাগের অফিসার হিসাবে। তার পূর্বে মাদ্রাজ বিশ্ববিদ্যালয়ের সমস্ত পরীক্ষার বিশেষ কৃতিত্বের সঙ্গে উত্তীর্ণ হন। ছাত্রাবস্থায়ই তিনি পদার্থ-বিজ্ঞানে গবেষণা আরম্ভ করেন এবং আলোক-বিজ্ঞানে একটা বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধ লণ্ডনের কিংজর্জিক্যাল ম্যাগাজিনে প্রকাশ করেন। শিক্ষাবিভাগে ভাল কোনও কাজ না পাওয়ার তিনি ইণ্ডিয়ান কাইনাল পরীক্ষার বসেন এবং তাতে সর্বোচ্চ স্থান অধিকার করে

কলিকাতায় কাইনাল বিভাগে কাজ করেন। কিন্তু তাঁর মনে বিজ্ঞানে গবেষণার জন্তে সব সময়ে আন্তরিক আকাঙ্ক্ষা জেগে ছিল। কলিকাতায় অপ্রত্যাশিতভাবে তাঁর সে সুযোগ মিলে গেল। অফিসে বাওয়া-আসার পথে বোম্বাইর স্ট্রীটে একটি সাইনবোর্ড তাঁর চোখে পড়লো, লেখা “ইণ্ডিয়ান অ্যাসোসিয়েশন ফর দি কালটিভেশন অব সায়েন্স”। তিনি একদিন চুকে গড়লেন সেখানে এবং তদানীন্তন সেক্রেটারী ডাঃ অমৃতলাল সরকারের সঙ্গে দেখা। ডাঃ সরকারকে তিনি জিজ্ঞাসা করলেন, এই অ্যাসোসিয়েশনের কি উদ্দেশ্য এবং কি কার্যকলাপ। ডাঃ সরকার তাঁকে বললেন যে, এই অ্যাসোসিয়েশন তাঁর স্বর্গভঃ পিতৃদেব ডাঃ মহেন্দ্রলাল সরকার আশ্রয় চেষ্টার প্রতিষ্ঠিত করেছেন 1876 সালে। উদ্দেশ্য—সর্ব-সাধারণকে বিজ্ঞানে শিক্ষিত করা, বিশেষ করে হাতে-কলমে বিজ্ঞানী তৈরি করা এবং ভারতীয়দের দ্বারা বিজ্ঞানের গবেষণা চালানো। আচার্য রামনের প্রশ্নের উত্তরে তিনি আরও বললেন যে, তাঁর পিতৃ-দেব জীবনের শেষ সময় পর্যন্তও দুঃখ করে গেছেন যে, বিজ্ঞানের গবেষণা আশাশূন্য আরম্ভ করা যায় নি। পরে অবশ্য কিছু কিছু কাজ হয়েছে। আচার্য রামন নিজের পরিচয় দিয়ে জানতে চাইলেন, তিনি অবসর সময়ে এখানে গবেষণা করতে পারবেন কিনা। ডাঃ সরকার উৎফুল্ল হয়ে বললেন—তিনি অত্যন্ত সুখী হবেন এবং সঙ্গে সঙ্গে জানিয়ে দিলেন যন্ত্রপাতির দৈন্য ও আর্থিক অসচ্ছলতার কথা। আচার্য রামন তাতে একটুও না দমে কাজ আরম্ভ করলেন সকালে ও সন্ধ্যায় এবং দুটির দিনে। তিনি শব্দ-বিজ্ঞানে কাজ আরম্ভ

করেন এবং যন্ত্রপাতির অভাব গড়েও কয়েকটি মৌলিক গবেষণা করে তা কলিকাতা কলেজের ম্যাগাজিন, নেচার প্রভৃতি বিদেশী সাময়িক পত্রে প্রকাশ করেন।

অ্যাসোসিয়েশনে যোগ দেবার পর কিছু সময়ের জন্তে কাজে ছেদ পড়ে, কারণ গভর্ণমেন্ট তাঁকে রেজুনে বদলী করেন। সোভাগ্যবশতঃ অল্প সময়ের মধ্যেই আবার তিনি কলিকাতায় ফিরে আসবার সুযোগ পান। বেহালা, বীণা প্রভৃতি নানা রকম ভারের বাস্তবজ্ঞের স্পন্দনের শব্দ-তরঙ্গ নিয়ে মৌলিক গবেষণায় মগ্ন থাকেন। এই সব গবেষণার ফলগুলি বিদেশের পত্র-পত্রিকায় প্রকাশিত হতে থাকে। তিনি অ্যাসোসিয়েশনে যাতে যত বেশী সময় দিতে পারেন, সে জন্তে বাড়ী নেন অ্যাসোসিয়েশনের ঠিক পিছনে অত্যন্ত অনাকর্ষণীয় জায়গায়। তাঁর একমাত্র চিন্তা ছিল যেন যাতায়াতে সময় নষ্ট না হয়।

এই সময়ে ভারতের অল্পতম প্রধান মন্ত্রী সার আশুতোষ মুখোপাধ্যায় কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের ভাইস চান্সেলর ছিলেন এবং তিনি বিশ্ববিদ্যালয়কে শিক্ষা ও গবেষণার পূর্ণাঙ্গ প্রতিষ্ঠানে পরিণত করতে ব্রতী হন। সেই উদ্দেশ্যে তিনি 1915 সালে বিশ্ববিদ্যালয়ের বিজ্ঞান কলেজ প্রতিষ্ঠা করেন। আচার্য রামেনের একান্ত গবেষণাসুচরগ তাঁর নজরে পড়ে এবং পদার্থ-বিজ্ঞানের নূতন স্থাপিত পালিত প্রোফেসরের পদ গ্রহণের জন্তে তাঁকে আমন্ত্রণ জানান। আচার্য রামেন এই সুযোগ সানন্দে গ্রহণ করেন এবং 1917 সালে সরকারী চাকুরী ছেড়ে এই পদে যোগদান করেন। ভারতের বিজ্ঞানের ইতিহাসে এটি একটি যুগান্তকারী ঘটনা।

বিজ্ঞান কলেজে যোগদান করবার পরেও তাঁর গবেষণার প্রধান কর্মক্ষেত্র স্যারেল অ্যাসোসিয়েশনেই থাকে এবং ছুটি প্রতিষ্ঠানেরই সমস্ত সুযোগ-সুবিধা তিনি পান। ইতিমধ্যে

তাঁর গবেষণার ব্যাতি দেশ-বিদেশে ছড়িয়ে পড়ে। কলিকাতা বিজ্ঞান কলেজের শিক্ষক ও শিক্ষাপ্রাপ্ত ছাত্র এবং ভারতের অন্যান্য স্থান থেকে বহু বিজ্ঞানী তাঁর কাছে গবেষণার জন্তে আসতে আরম্ভ করেন। কলে স্যারেল অ্যাসোসিয়েশনে পদার্থ-বিজ্ঞানের এক বিশিষ্ট গবেষণা কেন্দ্র গড়ে ওঠে, যা ভারতবর্ষের মধ্যে শ্রেষ্ঠ তো বটেই—পৃথিবীর শ্রেষ্ঠ বিজ্ঞান কেন্দ্রের সমপাঠ্যে উন্নীত হয়। সে সময়ের মধ্যে তাঁর যে সকল সহকর্মী জগতে প্রতিষ্ঠিত হয়েছেন, তাঁদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য ডাঃ এস. কে. ব্যানার্জী, ডাঃ বি. এন. ব্যানার্জী, ডাঃ পি. এন. ঘোষ, ডাঃ এস. কে. মিত্র, ডাঃ বি. বি. রায় ইত্যাদি।

ডাঃ অমৃতলাল সরকারের মৃত্যুর পর 1919 সালে আচার্য রামেন অ্যাসোসিয়েশনের সেক্রেটারী হন। পালিত প্রোফেসর হিসাবে কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের টাকায় কেনা যন্ত্রপাতি স্যারেল অ্যাসোসিয়েশনে ব্যবহার করবার অল্পমতি তিনি পেলেন। বিশ্ববিদ্যালয়ের গবেষণা-বৃত্তিপ্রাপ্ত ছাত্রদেরও স্যারেল অ্যাসোসিয়েশনে কাজ করতে দেওয়া হলো। অ্যাসোসিয়েশন গবেষণারত বিজ্ঞানীতে ভরে গেল এবং সঙ্গে সঙ্গে গবেষণার বিষয়ের গভীরতা বাড়তে লাগলো। আলোকবিজ্ঞান, চুম্বক-বিজ্ঞান, এক্স-রে প্রভৃতি বিষয়ে গবেষণার পরিধি বিস্তৃত হলো।

আলোক-বিজ্ঞানে ইন্টারফিরেন্স ও ডিফ্রাকশনের গবেষণার ধারা তাঁর সহযোগিতা করেন, তাঁদের মধ্যে বিশেষ উল্লেখযোগ্য ডাঃ এন. এম. বসু, ডাঃ পি. এন. ঘোষ, ডাঃ বি. বি. রায় প্রমুখ। এই বিষয়ে অনেক কঠিন প্রচেষ্টা সমাধান করে তিনি এবং তাঁর সহকর্মীরা আন্তর্জাতিক ব্যাতি অর্জন করেন। এই সময়ে আলোর বিচ্ছুরণের উপর তাঁর মনোযোগ আকৃষ্ট হয়। কঠিন, তরল ও বায়বীয় সব রকম পদার্থের আণবিক বিচ্ছুরণে (Scattering) তিনি অনেক নূতন মৌলিক তত্ত্ব

আবিষ্কার করেন। বিশেষ করে বিচ্ছুরিত আলোর পোলারাইজেশন থেকে অণুর গঠন সম্বন্ধে অনেক তথ্য জানা যায়। এই বিষয়ে তাঁর বহু সহকর্মীদের মধ্যে ডাঃ কে. আর. রামনাথন ও ডাঃ কে. এস. কৃষ্ণানের নাম বিশেষ উল্লেখযোগ্য। এই সব কাজের খ্যাতি ছড়িয়ে পড়বার কালে তিনি ১৯২৪ সালে লণ্ডনের রয়াল সোসাইটির ফেলো নির্বাচিত হবার বিশেষ সম্মান লাভ করেন। ১৯২৬ সালে ভারত সরকার অ্যাসোসিয়েশনকে বার্ষিক ১০,০০০ টাকা অল্পদান দিতে আরম্ভ করে এবং ১৯২৭ সাল থেকে তা বাড়িয়ে ২০,০০০ টাকা করা হয়। ১৯২৯ সালে তিনি ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের মূল সভাপতি হন।

আলোর বিচ্ছুরণ সম্বন্ধে কাজ করবার সময় তিনি এবং তাঁর সহকর্মীরা দেখেন যে, বিচ্ছুরিত আলোর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের যদিও কোন পরিবর্তন হবার কথা জানা নেই, তবু পরিবর্তিত বর্ণের সামান্য একটা অংশ বিচ্ছুরিত আলোর মধ্যে দেখা যায়। তখন মনে হয়েছিল, তরঙ্গ পদার্থের মধ্যে কোনও ফ্লোরোসেন্ট জিনিষ সামান্য পরিমাণে মিশ্রিত আছে এবং তা থেকেই তিন বর্ণের আলো আসছে। কিন্তু তরঙ্গ পদার্থটিকে শোষিত করবার বহু চেষ্টা সত্ত্বেও এই আলোটিকে দূর করা যায় নি। সে সময় প্রোফেসার কম্পটনের আবিষ্কৃত এক্স-রে-র বিচ্ছুরণে তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন আচার্য রামনের দৃষ্টি আকর্ষণ করে এবং তিনি তাঁর দেখা বিষয়টি ভালভাবে পরীক্ষা করতে উৎসাহী হন। এই বিষয়ে ডাঃ কে. এস. কৃষ্ণান তাঁর সহকর্মী হন। অসাধারণ দৃষ্টিশক্তি থাকায় আচার্য রামন বর্ণের পরিবর্তন খালি চোখেই উপলব্ধি করেন। কিন্তু এটা কম্পটন একেই জাতীয়, কি অল্প কিছু, তা দেখবার জন্তে বিশেষভাবে বর্ণালী পরীক্ষা করা দরকার। অ্যাসোসিয়েশনে তখন একটি ছোট স্পেকট্রোগ্রাফ ছিল, তাই দিয়ে তিনি বিচ্ছুরিত আলোর বর্ণালী পরীক্ষা করে একটি অসাধারণ

সুগাঙ্ককারী মৌলিক তথ্য আবিষ্কার করেন ১৯২৮ সালে। আলো অণুতে গড়ে তার অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় এবং তাতে বিচ্ছুরিত আলোর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন হয়। এই তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন থেকে অণুর গঠন ইত্যাদি সম্বন্ধে বহু তথ্য জানা যায়। বর্ণালী-বিজ্ঞান ও রসায়নে এই আবিষ্কার অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এই আবিষ্কারের সঙ্গে আচার্য রামনের খ্যাতি দেশ-বিদেশে ছড়িয়ে পড়ে এবং ১৯৩০ সালে তিনি পদার্থ-বিজ্ঞানে নোবেল পুরস্কার পান। এই আবিষ্কারের সঙ্গে সঙ্গেই অ্যাসোসিয়েশনে দারুণ কর্মচাঞ্চল্য দেখা দিল। ঘন, তরল, বায়বীয় সব রকম পদার্থের রামন-বর্ণালী নিয়ে নানাবিধ গবেষণা পূর্ণোত্তমে চলতে থাকে। গবেষণার ফল প্রবন্ধের পর প্রবন্ধে প্রকাশিত হতে থাকে এবং তাতে আচার্য রামন, তাঁর সহকর্মীবৃন্দ ও অ্যাসোসিয়েশনের সুনাম প্রচারিত হতে থাকে।

এই সময়ে আরও বিভিন্ন দিকে তাঁর গবেষণার পরিধি বিস্তৃত হতে থাকে। আলোর দ্বিপ্রতি-সরণের (Birefringence) ক্ষেত্রে তাঁর বহুমুখী গবেষণা উৎকৃষ্ট ফল লাভ করে। তাঁর এই কাজের সঙ্গে আমারও জড়িত হবার সুযোগ হয়েছিল। এমেরিট ফটিকের পোলারাইজড আলোতে এক নতুন রকমের ইন্টারফিয়ারেন্স দেখা যায় এবং তার উৎপত্তি বিশ্লেষণ করা হয়। দ্বিপ্রতি-সরণের অন্ত্যস্ত কাজের মধ্যে তাঁর উদ্দীপনায় বৈদ্যুতিক বা চৌম্বক ক্ষেত্রের দরুণ অথবা কঠিন পদার্থে চাপের দরুণ যে দ্বিপ্রতিসরণ হয়, সে সম্বন্ধে বহু গবেষণা হয় এবং আণবিক সংগঠন সম্বন্ধে অনেক মূল্যবান তথ্য জানা যায়। কৃষ্টিালের সম্বন্ধেও বহু মূল্যবান তথ্য সংগৃহীত হয় এবং ডাঃ কে. এস. কৃষ্ণান ও ডাঃ এস. ভাগবতম কৃষ্টিাল কিজিলে নতুন নতুন আবিষ্কারের খ্যাতি অর্জন করেন। এই বিষয়ের সঙ্গে সংশ্লিষ্ট থাকবার কালে আমারও পরবর্তী জীবনের গবেষণার ক্ষেত্র তৈরি হয়।

আলোর বিচ্ছুরণের সঙ্গে সঙ্গে এক্স-রে সঞ্চক্ষেও তাঁর মন আকৃষ্ট হয়। তিনি ও ডাঃ কে. আর. রামনাথন তরল পদার্থে এক্স-রে-র বলয়াকৃতি বিচ্ছুরণের উৎপত্তির মতবাদ (Theory) বের করেন। তাঁর এই মতবাদের সত্যতা প্রমাণের জন্তে ডাঃ সি. এম. সোঙ্গানী, ডাঃ পি. কে. কৃষ্ণমূর্তি প্রভৃতি বৈজ্ঞানিক লেবরেটরীতে এক্স-রে বিচ্ছুরণের পরীক্ষা করেন। কৃষ্ণমূর্তির পরীক্ষা থেকে কিছু নূতন সমস্তার উদ্ভব হয় এবং সেগুলি বুঝতে এই মতবাদের পরিবর্তন করবার সৌভাগ্য আমার হয়। তখন থেকে এক্স-রে সঞ্চক্ষে এই প্রতিষ্ঠানে বহু কাজ হয় এবং তার কল বিদেশের বিজ্ঞানীমহলে বহু প্রশংসিত হয়। এই সব কাজের মধ্যে বিশেষ উল্লেখযোগ্য যে, আচার্য রামন বিদেশী বস্ত্রপাতির ব্যবহার পছন্দ করতেন না, তাছাড়া আর্থিক অসচ্ছলতার তা সম্ভবও ছিল না। এক্স-রে-র কাজের জন্তে যে রকম জটিল বস্ত্রপাতির প্রয়োজন, তাও অ্যাসোসিয়েশনের কর্মশালায় তৈরি হয়—তধু ট্রান্সফর্মার কলিকাতারই একটি কারখানায় এখানকার বিজ্ঞানীদের পরামর্শমত তৈরি করা হতো।

আচার্য রামন যখন কথা বলতেন, তাঁর অসাধারণ বহুমুখী প্রতিভা ও চিন্তাধারার নূতনত্ব মুগ্ধ হতে হতো। বিজ্ঞানের গবেষণার চিন্তা তাঁর সমস্ত মন সর্বকালের জন্তে ভরে রাখেতো। সার্বজন অ্যাসোসিয়েশনে কাজ করবার সময় তাঁর যে একনিষ্ঠা দেখেছি, তা অসাধারণ। তাঁর কলিকাতার কর্মজীবনের মধ্যে এক. আর. এস. এবং নোবেল লরিরেট হওয়া ছাড়াও বিশ্ব-বিজ্ঞানীদের কাছে যে সব সম্মান পেয়েছেন, তার মধ্যে কয়েকটি উল্লেখযোগ্য সম্মানের কথা বলছি। ব্রিটিশ সাম্রাজ্য বিশ্ববিদ্যালয় সম্মেলনে 1921 সালে কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের প্রতিনিধি হয়ে তিনি যান। 1927 সালে তিনি ব্রিটিশ অ্যাসোসিয়েশন কর দি অ্যাডভান্সমেন্ট অব সায়েন্সে আমন্ত্রিত হয়ে যোগদান করেন এবং টরন্টোতে ইন্টারন্যাশনাল

কংগ্রেস অব ম্যাথমেম্যাটিক্সের আলোর বিচ্ছুরণ শাখার উদ্বোধন করেন। 1925 সালে ক্রাঙ্কলিন ইন-স্টিটিউটের শতবার্ষিকীতে তিনি ভারতের প্রতিনিধি হন এবং মস্কো ও লেনিনগ্রাদের অ্যাকাডেমী অব সায়েন্সের বিশতবার্ষিকী উৎসবে বিশেষ নিমন্ত্রিত অতিথি হন। 1928 সালে তিনি ইটালিয়ান সোসাইটি অব সায়েন্সের ম্যাটেউচি মেডাল এবং লণ্ডনের রয়াল সোসাইটির হিউগেস মেডাল পান। তিনি অনরারি ডক্টরেট ডিগ্রীতে ভূষিত হয়েছেন বহু ভারতীয় বিশ্ববিদ্যালয় এবং প্যারিস প্রমুখ বিদেশী বিশ্ববিদ্যালয় থেকে।

বিজ্ঞানের গবেষণার কল দেশে প্রকাশের কথা অনেক দিন থেকেই আমাদের দেশের বিজ্ঞানীরা চিন্তা করছিলেন। 1906 সাল থেকে অ্যাসোসিয়েশনের বার্ষিক রিপোর্টের সঙ্গে কিছু বিজ্ঞান-প্রবন্ধ প্রকাশ করা হচ্ছিল। পরে অনিয়মিতভাবে ব্লগেটিন ও ট্রানজ্যাকশন প্রকাশ করে এই অভাব আংশিক ভাবে পূরণ করবার চেষ্টা করা হয়, কিন্তু গবেষণা-কাজের সম্প্রসারণের সঙ্গে সঙ্গে এই অভাব তীব্রভাবে অনুভূত হতে থাকে। 1915 সালে 'প্রোসিডিংস অব দি ইণ্ডিয়ান অ্যাসোসিয়েশন কর দি কান্টিন্ডেশন অব সায়েন্স' নামে সাময়িক পত্র প্রকাশিত হতে আরম্ভ হয়। আচার্য রামনের চেষ্টায় এটি উচ্চাঙ্গের সাময়িক পত্রে পরিণত হয় এবং 1926 সালে এটি ইণ্ডিয়ান জার্নাল অব ফিজিক্স নাম গ্রহণ করে। তাঁর অক্লান্ত পরিশ্রমে ক্রমে এটি বৈজ্ঞানিক পত্রিকার পরিণত হয় এবং পৃথিবীর বিজ্ঞান-পত্রিকার মধ্যে বিশিষ্ট স্থান অধিকার করে। এই পত্রিকা ভারতবর্ষের পদার্থ-বিজ্ঞানসেবীদের একটা বিশেষ অভাব পূরণ করে।

1933 সালে তিনি ইণ্ডিয়ান ইনস্টিটিউট অব সায়েন্স অ্যাণ্ড টেকনোলজির ডাইরেক্টর নিযুক্ত হন। সেখানে থাকার পরেও তিনি সার্বজন অ্যাসোসিয়েশনের সঙ্গে প্রেসিডেন্ট হিসাবে

যোগাযোগ রাখেন। পরের বছর অ্যাসোসিয়েশনের সভাপতির সঙ্গে মতের অমিল হওয়াতে তিনি প্রেসিডেন্ট থাকেন না এবং সে সময় থেকে অ্যাসোসিয়েশনের সঙ্গে দুর্ভাগ্যবশতঃ তিনি সমস্ত সম্পর্ক ছিন্ন করেন।

সারেল অ্যাসোসিয়েশনে কাজ করবার সময় তাঁকে আমরা কখনও বিশ্রাম নিতে দেখি নি। অতি প্রত্যাশে তিনি লেবরেটরিতে চলে আসতেন। সারেল কলেজে বাবার জন্তে বাড়ী গিয়ে অতি অল্প সময়ের মধ্যে খাওয়া সেরে চলে যেতেন এবং কলেজ থেকে ফিরতেন লেবরেটরীতেই। বৈকালেও কয়েক মিনিটের জন্তে কফি খেতে বাড়ী গিয়ে আবার লেবরেটরীতে ফিরে আসতেন এবং

অনেক রাত পর্যন্ত থাকতেন। রায়ন একেই খালি-চোখে আবিষ্কার করেন রাত ১টার সময়। যখন কাজে মগ্ন থাকতেন বাইরের জগতের কথা ভুলে যেতেন। স্বর্গীয় সার আন্তোভোব যুখোপাখ্যায়ের প্রতি তাঁর যে অসাধারণ শ্রদ্ধা ছিল, তা তাঁর কথায় ও কাজে প্রতিফলিত হতো। অ্যাসোসিয়েশনের জন্তে নিজের অর্থব্যয় করতে কার্পণ্য করতেন না এবং সময় সময় ব্যাঙ্ক থেকে নিজের টাকা দিয়ে অ্যাসোসিয়েশনের ঘাটতি পূরণ করতেন। তাঁর জীবন ও কাজ আমাদের দেশের বিজ্ঞানীদের কাছে এক মহান আদর্শ সৃষ্টি করেছে এবং আশা করি তা বহু দিন দেশবাসীকে একনিষ্ঠ বিজ্ঞান সাধনার উদ্বুদ্ধ করবে।

আলোর উপর শব্দ-তরঙ্গের প্রভাব

সুনীলকুমার সিংহ*

অধ্যাপক চন্দ্রশেখর ভেকট রায়নের বৈজ্ঞানিক কাজের আলোচনা করলে দেখা যায় যে, তিনি প্রধানতঃ আলো এবং শব্দ—এই দুটি বিষয়ে বিশেষ কৌতূহলী ছিলেন। আলোকশক্তির বিচ্ছুরণ, মানবচক্ষুর রেটিনার আলোর প্রতিক্রিয়া, মাহুকের রঙের অস্থিত্ব প্রভৃতি বিষয়ে তিনি দীর্ঘকাল নানা ধরনের পরীক্ষা চালিয়েছেন। তেমনি আবার শব্দ, মাহুকের শ্রবণ-অস্থিত্ব এবং শ্রবণোত্তর (Ultrasonic) কম্পন সম্পর্কেও তাঁর বৈজ্ঞানিক পরীক্ষা এবং গাণিতিক বিশ্লেষণ বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। অধুনা শ্রবণোত্তর শব্দ নিয়ে যে সব গবেষণা হচ্ছে, সেগুলি পদার্থ-বিজ্ঞানের অনেক গুরুত্বপূর্ণ সমস্যার সঙ্গে জড়িত এবং এটা অগ্রগতিযোগ্য যে, রায়ন এই গবেষণাধারার প্রথম দিকের সঙ্গে বিশেষভাবে পরিচিত ছিলেন। শ্রবণোত্তর শব্দের সঙ্গে আলোর সংঘাত সম্পর্কে

রায়ন ও তাঁর সহকর্মীদের গবেষণা অবশ্যই বিশেষ উল্লেখযোগ্য। আমরা এই প্রবন্ধে সাধারণভাবে আলোর উপর শব্দ-তরঙ্গের প্রভাব সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত আলোচনা করবো।

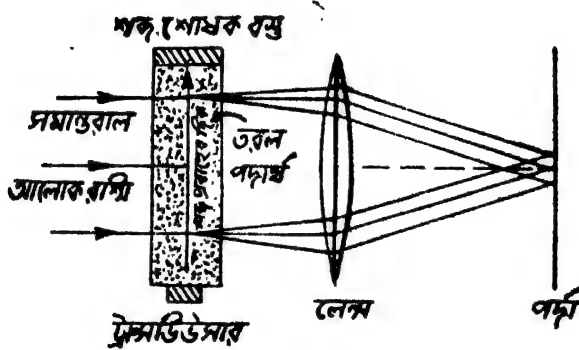
আমরা জানি, বস্তুর মধ্যে অণু-পরমাণুর স্বাভাবিক বিস্তার তাদের মধ্যে আকর্ষণ ও বিকর্ষণের দ্বারা নিরূপিত হয়। বাইরে থেকে এই আকর্ষণ-বিকর্ষণের যাত্রা কম-বেশী করে অণুগুলির মধ্যে যুহু কম্পনের সৃষ্টি করা যায়। এই কম্পনের বিশেষ কতকগুলি বৈশিষ্ট্য থাকলেই আমরা তাকে 'শব্দ' বলি। কম্পনাক অল্পসারে শব্দকে মোটাগুটি দু-ভাগে ভাগ করা যায়—(১) সাধারণ শব্দ, বা মাহুকের স্বাভাবিক ইজিরগ্রাহ্য এবং (২) শ্রবণোত্তর শব্দ। যদিও মাহুকের ইজির-

*সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার ফিজিক্স,

কলিকাতা-৯

গ্রাহ্যতার দিক থেকে এই বিভাগ বখেই তাৎপর্য-পূর্ণ, কিন্তু অনেক ক্ষেত্রেই বৈজ্ঞানিক আলোচনার জন্তে সাধারণ শব্দ ও শ্রবণোত্তর শব্দ—এই দুই ধরণের শব্দকেই যুগ্ম আণবিক কম্পন হিসাবে একই পর্ষায় ফেলে বর্ণনা করা অনেক সুবিধাজনক। এখানে আমরা এই সব বিশেষ ধরণের যুগ্ম আণবিক কম্পনকে সাধারণভাবে ‘শব্দ’ বলে অভিহিত করবো। কোনও বস্তুতে শব্দ সৃষ্টি করবার জন্তে বস্তুটির একটি অংশের অণুগুলিকে তাদের স্বাভাবিক অবস্থিতি থেকে সামনে ও পিছনে একটি বিশেষ কম্পনকে নাড়াচাড়া করা

প্রবাহিত হয়, সেই দিক বরাবর বস্তুর মধ্যে চাপ ক্রমাগত কমে-বেশী হয়। অপর পক্ষে, আমরা জানি যে, কোনও বস্তুর মধ্যে আলোর গতি বস্তুশূন্য স্থানে আলোর গতির চেয়ে কম। কতটা কম, তা নির্ভর করে বস্তুর আণবিক-বৈশিষ্ট্যের উপর এবং বস্তুর মধ্যে চাপমাত্রার উপর। চাপমাত্রা বেশী হলে আলোর গতি বেশী হারে কমে যায়। সেজন্তে শব্দ-তরঙ্গের উপস্থিতিতে কোনও বস্তুর মধ্যে আড়াআড়িভাবে আলো পাঠালে পর্যায়ক্রমিক চাপ পরিবর্তনের জন্তে আলোর বিভিন্ন রশ্মি বিভিন্ন গতিতে বস্তুর



1নং চিত্র

ডিবাই ও সিয়াস (আমেরিকা) এবং লুকাস ও
বিকার্ডের (ফ্রান্স) পরীক্ষার যন্ত্রবিভাস।

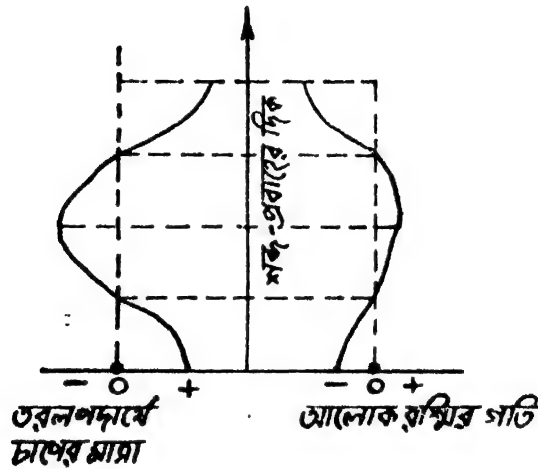
হয়। এই যুগ্ম আণবিক কম্পন অণুগুলির মধ্যে আকর্ষণ ও বিকর্ষণের জন্তে সামনে ও পিছনে ছড়িয়ে পড়ে। এইভাবে কম্পনজনিত শক্তি তরঙ্গের আকারে প্রবাহিত হতে থাকে। এটা সহজেই অনুমান করা যায় যে, এই আণবিক কম্পন বা শব্দ বস্তুর সামগ্রিক আণবিক-বৈশিষ্ট্যের পরিবর্তন করবে; কিন্তু কোন্ কোন্ আণবিক-বৈশিষ্ট্য শব্দের দ্বারা পরিবর্তিত হতে পারে, তা জানতে হলে গাণিতিক বিশ্লেষণ ছাড়া উপায় নেই। মোটা-মুটিভাবে বলা যায় যে, শব্দের উপস্থিতিতে বস্তুর মধ্যে পর্যায়ক্রমে চাপ কমে-বেশী হয়। বিশেষ করে তরল পদার্থের বেলায় শব্দ বেশিকে

মধ্যে প্রবাহিত হবে। এইভাবেই শব্দ আলোর গতিবেগে পরিবর্তন আনে এবং এই প্রক্রিয়াকে শব্দের সঙ্গে আলোর সংঘাত বলা যায়।

1932 সালে আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্রে এবং ফ্রান্সে শব্দের সঙ্গে আলোর সংঘাত সম্পর্কে প্রথম পরীক্ষা করা হয়। পরীক্ষাটির সংক্ষিপ্ত বর্ণনা এখানে দেওয়া হলো (1নং চিত্র)। একটি পাত্রে যত্ন তরল পদার্থ রেখে তার মধ্যে শ্রবণোত্তর শব্দ-প্রবাহ সৃষ্টি করা হয়। এর জন্তে একটি পিয়েরজো-ইলেকট্রিক (Piezo-electric) ট্রান্সডিউসারকে (Transducer) শ্রবণোত্তর কম্পনকে বিশিষ্ট ইলেকট্রনিক অসসিলেটরের (Electronic

oscillator) দ্বারা চালিত করা হয়। পিয়াজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার ইলেকট্রিক কম্পন-শক্তিকে আণবিক গতি-শক্তিতে রূপান্তরিত করে। ট্রান্সডিউসারের অপর দিকে শব্দ শোষক বস্তু দিয়ে পাত্রটিকে বদ্ধ করা হয়। এর ফলে তরল পদার্থটিতে স্থায়ী শব্দ-প্রবাহের (Standing waves) সৃষ্টি হতে পারে না। চিত্রে তীর চিহ্ন দিয়ে শব্দ-প্রবাহের দিক দেখানো হয়েছে। বাইরে থেকে সমান্তরাল আলোকরশ্মি শব্দ-প্রবাহের দিকের

মত কতকটা এইরূপ—তরল পদার্থে শব্দ-প্রবাহের জন্তে তার বিভিন্ন অংশে চাপ পর্যায়ক্রমে কম-বেশী হয়। সুতরাং সমান্তরাল আলোকরশ্মিগুলির বিভিন্ন রশ্মি বিভিন্ন গতিতে তরল পদার্থটিকে অতিক্রম করবে। ২নং চিত্রে এই চাপের বিস্তার দেখানো হয়েছে। এর ফলে, আলোক-রশ্মিগুলি যখন তরল পদার্থের বাইরে বেরিয়ে আসবে, তখন শব্দ-প্রবাহের দিক বরাবর বিভিন্ন স্থানে আলোর বিছাৎ-চূষকীয় কম্পনের কেন্দ্র



২নং চিত্র

শব্দ-প্রবাহের উপস্থিতিতে তরল পদার্থের মধ্যে চাপ ও আলোকরশ্মির গতির বিস্তার। শূন্য চিহ্ন স্বাভাবিক (শব্দের অহুপস্থিতিতে) মাত্রা নির্দেশ করছে।

সঙ্গে লম্বভাবে তরল পদার্থে প্রবেশ করে। তরল পদার্থ থেকে নির্গত আলোকরশ্মি লেন্সের (Lens) দ্বারা কোনও পর্দার ফোকাস (Focus) করা হয়। এই পরীক্ষার দেখা যায় যে, পর্দার উপর আলোর তীব্রতা গ্রেটিং (Grating) দিয়ে অপবর্তিত (Diffracted) ফ্রনহফার (Fraunhofer) অপবর্তনের মতন।

অধ্যাপক রায়ন এবং তাঁর সহকর্মীরা এই পরীক্ষার একটি ব্যাখ্যা দিয়েছিলেন। তাঁদের

(Phase) পর্যায়ক্রমে কম-বেশী হবে; অর্থাৎ শব্দের উপস্থিতিতে তরল পদার্থটি একটি এস্কেলন (Echelon) গ্রেটিংয়ের মতন কাজ করবে।

রায়ন ও তাঁর সহকর্মীরা এই বৈজ্ঞানিক পরীক্ষাটির গাণিতিক বিশ্লেষণও করেছেন। তিনি একন্তে রালে (Rayleigh) কর্তৃক প্রবর্তিত গ্রেটিংয়ের দ্বারা আলোক অপবর্তনের গাণিতিক বিশ্লেষণের শব্দপদ্ধতিটি ব্যাখ্যা করেছিলেন। আলোকরশ্মি-গুলি শব্দ-প্রবাহের দিকের সঙ্গে লম্বভাবে না পড়লে

অথবা তরল পদার্থে স্থায়ী শব্দ-প্রবাহ সৃষ্টি হলে যে অবস্থার উদ্ভব হবে, তাও তাঁরা বিশ্লেষণ করেছিলেন এবং পরীক্ষালব্ধ ফলের সঙ্গে তাঁদের গাণিতিক পূর্বাভাস নিখুঁতভাবে মিলে যায়।

উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায় যে, বিভিন্ন ক্রমের অপবর্তন বর্ণালীর তীব্রতা থেকে শব্দের উপস্থিতিতে তরল পদার্থের আলোক-প্রতিসরণাঙ্কের যে পরিবর্তন হয়, তার সর্বোচ্চ মানের পরিমাপ করা যায়।

অবশ্য রামনের গাণিতিক বিশ্লেষণের পূর্বেই লুকাস (R. Lucas) এবং বিকার্ড (P. Biquard), ধারা উপরে বর্ণিত পরীক্ষা ক্রমে করেছিলেন, তাঁদের সেই পরীক্ষার অন্ত এক ব্যাখ্যা দেন। শব্দ-প্রবাহের বিভিন্ন স্তরে আলোক-প্রতিসরণাঙ্কের মাত্রা বিভিন্ন থাকার আলোকরশ্মি লম্বভাবে শব্দ-প্রবাহে প্রবেশ করবার পর ক্রমাগত বৈক বাবে, মরীচিকা সৃষ্টির জন্তে আলোকরশ্মি যেভাবে বৈক যায়—কতকটা সেইভাবে। এর ফলে পাশাপাশি অনেক আলোকরশ্মি এক-একটি স্থানে কেন্দ্রীভূত হবে এবং শব্দ-প্রবাহের দিক বরাবর আলোকের তীব্রতা কম-বেশী হবে; অর্থাৎ শব্দ-প্রবাহের জন্তে তরল পদার্থটি কতকটা ক্লড (Ruled) গ্রেটিঙের মত কাজ করবে।

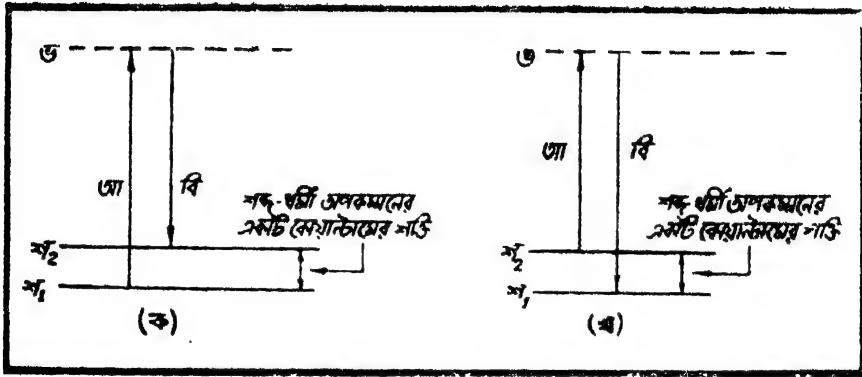
এই মতবাদের সঙ্গে রামনের মতবাদের তফাৎ হলো, রামন আলোকরশ্মি বৈক যাবার সম্ভাব্যতা বিবেচনা করেন নি। পরে 1949 সালে উইলার্ড (G. W. Willard) গাণিতিক বিশ্লেষণ করে দেখান যে, তরল পদার্থের মধ্যে শব্দ-প্রবাহের আড়াআড়ি বেধের (Width) উপর নির্ভর করছে। উপরিউক্ত দুইটি মতবাদের কোনটি সঠিক? অবশ্য এই আড়াআড়ি বেধ ছাড়াও তরল পদার্থের স্বাভাবিক আলোক-প্রতিসরণাঙ্ক কত, শব্দ-প্রবাহের জন্তে এই প্রতিসরণাঙ্ক কতটা পরিবর্তিত হচ্ছে অথবা শব্দ-তরঙ্গের দৈর্ঘ্য কত—এই সবকিছু মিলিয়ে দেখেই মতবাদ দুটির বাধ্যতাব্যতা বিচার করতে হবে।

রামন ও তাঁর সহযোগীদের কাজের সূত্র ধরে 1963 সালে আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্রে বোলফ (D. I. Bolef) ও তাঁর সহকর্মীরা স্বচ্ছ কেলাস নিয়েও অল্প-কণ পরীক্ষা করেন। উপরিউক্ত র্যালেন-রামন পদ্ধতিতে মারাদুদিন (A. A. Maradudin) ও তাঁর সহকর্মীরা গাণিতিক বিশ্লেষণ করে দেখান যে, কেলাসের ক্ষেত্রে অপবর্তিত বর্ণালীতে আলোর তীব্রতা একই ক্রমাহুয়ারী নেগেটিভ (Negative) ও পজিটিভ (Positive) দিকে বিভিন্ন হবে। তরল পদার্থের ক্ষেত্রে এই তীব্রতা সমান হয়। কেলাসের মধ্যে পারমাণবিক আকর্ষণ-বিকর্ষণের বৈশিষ্ট্য কিছুটা জটিল। স্বাভাবিক পারমাণবিক বিভ্রাসের অবস্থা থেকে পরমাণুগুলিকে যত্নভাবে কাঁপিয়ে দিলে তাদের কম্পন হারমোনিক (Harmonic) থাকে না। এই অসামঞ্জস্যই (Anharmonicity) কেলাসের মধ্যে প্রবাহিত শব্দ-তরঙ্গকে বিশেষভাবে বিকৃত করে। এই বিকৃতির জন্তেই অপবর্তিত আলোর তীব্রতার কম-বেশী হয়। এই তীব্রতার মাত্রাভেদের পরিমাপ থেকে শব্দ-প্রবাহের বিকৃতির পরিমাপ এবং তা থেকে কেলাসটির স্থিতিস্থাপকতার বিশদ বৈশিষ্ট্য জানতে পারা যায়।

উপরে বর্ণিত আলোকের অপবর্তনের ক্ষেত্রে আলোর কম্পনাঙ্ক অথবা তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যে কোনও পরিবর্তন হয় না। শব্দ-তরঙ্গ শুধুমাত্র আলোর গতি এবং আলোকরশ্মির গতিপথের পরিবর্তন ঘটায়। কিন্তু শব্দের সঙ্গে সংঘাতের কালে আলোর এক ধরনের বিচ্ছুরণের (Scattering) অস্তিত্ব জানা গেছে, যা ব্রিলুয়াঁ (Brilluoin) বিচ্ছুরণ নামে পরিচিত। এই বিচ্ছুরণে আলোর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য পরিবর্তিত হয়ে যায়, যেমন হয় রামন একেটে (Raman effect)। যে কোনও কেলাসের মধ্যেই উত্তাপের মাত্রা অল্পসারে পরমাণুগুলি সব সময়েই কম-বেশী যত্নভাবে কম্পিত হয়। এর মধ্যে কিছু কম্পনের বৈশিষ্ট্য বাইরে থেকে পাঠানো

শব্দ-তরঙ্গের মত এগুলিকে শব্দধর্মী তাপ-কম্পন (Acoustic mode of vibration) বলা হয়। এদের মধ্যে যেগুলির তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য খুব বেশী, তারা কেলসের মধ্যে শব্দ-তরঙ্গের গতিতেই তরঙ্গ-আকারে প্রবাহিত হয়। এই শব্দধর্মী তাপ-কম্পনের দ্বারা আলোক-শক্তি বিচ্ছুরিত হয়ে ব্রিলুয়া বর্ণালীর সৃষ্টি হয়। ৩নং চিত্রে এই বিচ্ছুরণের সবচেয়ে সহজ পদ্ধতিটির কোয়ান্টাম মতবাদভিত্তিক বর্ণনা দেওয়া হলো। চিত্রে (৩ ক) বর্ণিত বিচ্ছুরণে আপ-

কোনন সৃষ্টি করছে, তার বর্ণনা সাধারণ ভাষায় দেওয়া সম্ভব নয়। এই সব ঘটনার সম্ভাব্যতা গণনা করবার জন্তে কোয়ান্টাম মতবাদে বিশেষ এক ধরনের গণনা-পদ্ধতি ব্যবহার করা হয় এবং তারই ভিত্তিতে ৩নং চিত্র অঙ্কিত হয়েছে। সেই অহুসারে বলা যায় যে, আপতিত আলোর কোয়ান্টাম প্রথমে তার সমস্ত শক্তিই কেলসটিকে দিয়ে দেয় এবং তার ফলে কেলসটি তার ইলেকট্রনিক ভাইব্রনিক (Electronic vibronic) শক্তিস্তর



৩নং চিত্র

ব্রিলুয়া (প্রথম ক্রমের) বিচ্ছুরণের কোয়ান্টাম মতবাদভিত্তিক বর্ণনা।

ϵ_1 এবং ϵ_2 —ইলেকট্রনিক ভাইব্রনিক শক্তিস্তর, ভ—ভার্চুয়াল (অপ্রাকৃত) শক্তি, আ—আপতিত আলোক-কোয়ান্টামের শক্তি, বি—বিচ্ছুরিত আলোক-কোয়ান্টামের শক্তি।

তিত আলোর একটি কোয়ান্টামের (ফোটনের) শব্দধর্মী তাপ-কম্পনের সঙ্গে সংঘাতের ফলে ঐ তাপ-কম্পনের একটি কোয়ান্টাম (ফোনন) এবং নতুন একটি আলোক কোয়ান্টামের সৃষ্টি হয়েছে। এই ফোনন (Phonon) সৃষ্টি করতে বড়টুকু শক্তির প্রয়োজন, এই নতুন ফোটনের (Photon) শক্তি অথবা কম্পনাক আপতিত ফোটনের চেয়ে ঠিক ততটুকুই কম। সমস্ত ঘটনাটি কোয়ান্টামভিত্তিক, সুতরাং ঠিক কি ভাবে একটি ফোটন তাপ-কম্পনের সঙ্গে সংঘাতে নতুন একটি ফোটন ও একটি

থেকে একটি ভার্চুয়াল (Virtual) বা অপ্রাকৃত শক্তিস্তরে উন্নীত হয়। পরে এই ভার্চুয়াল শক্তিস্তর থেকে কেলসটি পূর্বতন একই ইলেকট্রনিক কিন্তু অল্প একটি ভাইব্রনিক শক্তিস্তরে ফিরে আসে। এর ফলে একটি ফোননের সৃষ্টি হয় এবং কম কম্পনাকবিশিষ্ট আলো বিচ্ছুরিত হয়। এই আলো কোন্ দিকে বিচ্ছুরিত হবে, তা নির্ভর করে আপতিত আলোর গতির দিক এবং নব-সৃষ্ট ফোননের গতি কোন্ দিকে, তার উপর। অবশ্য এই একই সংঘাতের ফলে কেলসের তাপ-কম্পনের

একটি কোয়ান্টাম কমে যেতে পারে এবং সে ক্ষেত্রে বিচ্ছুরিত আলোর কম্পনাক বেড়ে যাবে (3 ব)। সুতরাং বাইরে থেকে কেলাসের মধ্যে শব্দ সৃষ্টি না করলেও শব্দধর্মী তাপ-কম্পন আলোক বিচ্ছুরণ করবে। এই ধরনের বিচ্ছুরণ থেকে শব্দধর্মী তাপ-কম্পনের বৈশিষ্ট্যগুলি জানতে

পারা যায় এবং তা থেকে কেলাসটির গঠন-বিন্যাস ও কেলাসের মধ্যে পারমাণবিক আকর্ষণ-বিকর্ষণের অনেক খবর পাওয়া যায়। এই বিষয়ে রায়নের একজন কৃতী ছাত্র কৃষ্ণানের (R. S. Krishnan) গবেষণা বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

বর্ণালী-বিজ্ঞান ও প্লাজমা

জয়সু বসু*

আমাদের এক এক জনের কণ্ঠস্বর এক এক রকম হয়ে থাকে। এজন্মে পরিচিত কোন লোকের কণ্ঠস্বর শুনেই তাকে চিনতে পারা যায়। হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, লোহা, তামা প্রভৃতি বিভিন্ন মৌল উত্তপ্ত হলে সেগুলি থেকে যে আলো নির্গত হয়, সেই আলোর প্রকৃতি যেন ঐ কণ্ঠস্বরের মত। এক একটি মৌলের ক্ষেত্রে বিকীর্ণ আলোর প্রকৃতি এক একটি বিশেষ ধরনের হয়; ঐ আলোকে বিশ্লেষণ করে তাই মৌলটিকে চেনা যেতে পারে। এই যে আলোকে বিশ্লেষণ করে তার সংগঠক বিভিন্ন বর্ণের (বা তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের) মূল আলোক-তরঙ্গগুলিকে গৃহক করা এবং সেগুলির পারস্পরিক অবস্থান, ঊজ্জ্বল্য প্রভৃতি ব্যাখ্যা করা—এই থেকেই বর্ণালী-বিজ্ঞানের (Spectroscopy) সূত্রপাত হয়। এখন অবশ্য কেবল আলোই নয়, অবলোহিত রশ্মি, অতি-বেগুনী-রশ্মি, রক্টেগ্যেন রশ্মি প্রভৃতি সব রকম বিকিরণের বিশ্লেষণ-বিজ্ঞানেই সাধারণভাবে বর্ণালী-বিজ্ঞান বলা হয়। তাছাড়া কোন পদার্থের স্বভাবিক বিকিরণ কেবল নয়, পদার্থটির উপর আপতিত বিকিরণের শোষণ বা বিচ্ছুরণ সম্পর্কিত তত্ত্ব ও তথ্যাদি বর্ণালী-বিজ্ঞানের একটি গুরুত্বপূর্ণ

শাখা হিসাবে গণ্য হয়। বিশ্ববিশ্রুত ভারতীয় বিজ্ঞানী চন্দ্রশেখর ভেঙ্কট রায়নের নামাঙ্কিত যে রায়ন একেট্ট, তা এই শাখারই অন্তর্ভুক্ত।

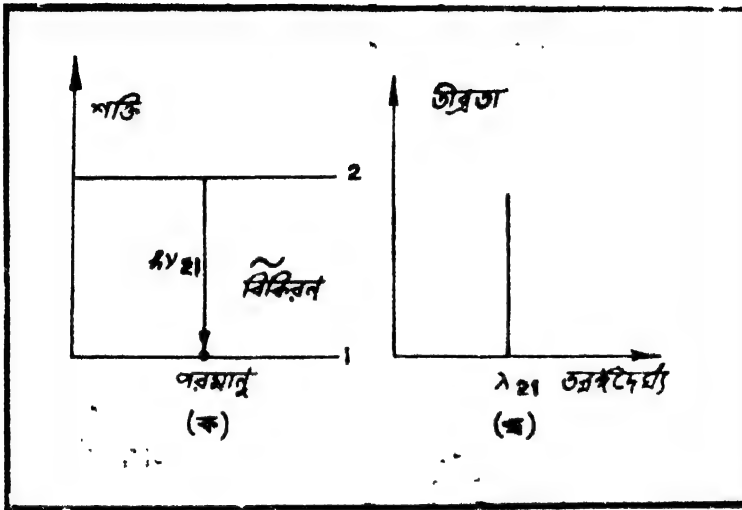
অতি ক্ষুদ্র যে পারমাণবিক জগতের রহস্য আজ মানুষের সামনে উদ্ঘাটিত হয়েছে, তার প্রবেশ-দ্বারের অন্ততম চাবিকাঠি হিসাবে কাজ করছে বর্ণালী-বিজ্ঞান। এটা সম্ভব হয়েছে এই কারণে যে, কোন পদার্থ থেকে নির্গত বিকিরণের প্রকৃতি ঐ পদার্থের পরমাণুর গঠন-বৈচিত্র্যের উপর নির্ভর করে। আবার কেবল পরমাণুর ক্ষেত্রেই নয়, অণুর উপাদান, গঠন প্রভৃতি সম্পর্কেও বহু তথ্যাদি বর্ণালী-বিজ্ঞানের সাহায্যে জানতে পারা যায়। এই প্রসঙ্গে রায়ন একেট্টের অবদান বিশেষভাবে উল্লেখ্য।

আমাদের সুপরিচিত কঠিন, তরল ও গ্যাসীয়—এই তিন অবস্থার পদার্থের প্রকৃতি বিশ্লেষণে এক দিকে যেমন বর্ণালী-বিজ্ঞানের প্রয়োগ হয়েছে, অন্য দিকে তেমনি পদার্থের চতুর্থ অবস্থা—প্লাজমা-র অন্তর-রহস্য উন্মোচনেও এই বিজ্ঞান বিশেষ ভাবে কার্যকর হয়েছে। অন্তর অবস্থাগুলির সঙ্গে

* সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার কিমিষ্ট্রি,
কলিকাতা-9

প্লাজমার পার্শ্বকোণ মূলে রয়েছে এর মধ্যে অনেক-গুলি ধনাত্মক আয়ন ও সমান সংখ্যক বন্ধনমুক্ত ইলেকট্রনের উপস্থিতি। এই সব মুক্ত বিদ্যুৎকণার ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়ার ফলে প্লাজমা থেকে নিঃসৃত বিকিরণের এমন কয়েকটি বৈশিষ্ট্য থাকে, যা কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় পদার্থের বিকিরণের মধ্যে দেখতে পাওয়া যায় না।

নিয়ন্ত্রিতভাবে পরমাণু কেন্দ্রকের সংযোজন ঘটিয়ে শক্তি আহরণের উদ্দেশ্যে নানাবিধ অত্যন্ত প্লাজমা সৃষ্টি করে সেগুলি নিয়ে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করেছেন। এই সব প্লাজমা সাধারণতঃ অত্যন্ত কণস্ফারী। এই ধরনের প্লাজমা সম্পর্কে তথ্যাদি সংগ্রহের জন্যে বর্ণালী-বিজ্ঞানে নূতন পদ্ধতি অবলম্বন করতে হয়। সাম্প্রতিক কালে



১নং চিত্র

বন্ধ-বন্ধ পরিবর্তনে রেখা-বর্ণালীর উৎপত্তি।

- (ক) ১, ২—শক্তি-স্তর। পরমাণু ২ থেকে ১-এ নেমে গেলে কমতি শক্তিটুকু ($h\nu_{21}$) ν_{21} কম্পাঙ্কের বিকিরণরূপে নির্গত হয়।
 (খ) উপরিউক্ত বিকিরণ বর্ণালী-বিশ্লেষণে একটি রেখা হিসাবে দেখা দেয়। $\lambda_{21} = c/\nu_{21}$, যেখানে c হলো আলোর গতিবেগ।

পৃথিবীতে প্লাজমা অপেক্ষাকৃত বিরল হলেও অধিকাংশ নক্ষত্রই রয়েছে প্লাজমা অবস্থায়। কোন নক্ষত্রের বিষয়ে আমাদের জ্ঞানের মাধ্যম হলো, এই নক্ষত্র থেকে আগত বিকিরণ। সুতরাং বোঝা যাচ্ছে যে, জ্যোতির্বিজ্ঞান প্লাজমা সম্পর্কিত বর্ণালী-বিজ্ঞানের সমধিক গুরুত্ব রয়েছে। এখানে উল্লেখ্য যে, বিজ্ঞানীরা কৃত্রিম উপায়েও প্লাজমা সৃষ্টি করেছেন। গত কয়েক বছর ধরে তাঁরা

গবেষণাগারে প্লাজমা লেসারের তীব্র রশ্মি প্রয়োগে রামন একফোটের নিদর্শন পাওয়া গেছে। এর মূলে রয়েছে প্লাজমার মুক্ত আহিত কণাগুলির বিশেষ ধরনের গতিবিধি।

প্লাজমা থেকে বিকিরণ

প্লাজমা থেকে যে বিকিরণ নির্গত হয়, তা নির্ভর করে মূলতঃ ইলেকট্রনের অবস্থার পরিবর্তনের

উপর। এই অবস্থার পরিবর্তন তিন ধরনের হতে পারে—বদ্ধ-বদ্ধ পরিবর্তন, বদ্ধ-মুক্ত পরিবর্তন ও মুক্ত-মুক্ত পরিবর্তন।

(1) বদ্ধ-বদ্ধ পরিবর্তন (Bound-bound transition)—আমরা জানি পরমাণুর মাঝখানে একটি নিউক্লিয়াস বা কেন্দ্র থাকে, আর তার চতুর্দিকে আবর্তন করে এক বা একাধিক ইলেকট্রন। বিভিন্ন কক্ষে ইলেকট্রনগুলির অবস্থানের উপর নির্ভর করে পরমাণুর আভ্যন্তরীণ শক্তি। ইলেকট্রনগুলির অবস্থান নির্দিষ্ট হলে এই আভ্যন্তরীণ শক্তিও নির্দিষ্ট হয়—তখন বলা হয়, পরমাণুটি একটি নির্দিষ্ট শক্তি-স্তরে রয়েছে। কোন একটি ইলেকট্রনের অবস্থান পরিবর্তিত হলেই পরমাণুর আভ্যন্তরীণ শক্তিও পরিবর্তিত হয়; তখন বলা যেতে পারে যে, পরমাণুটি রয়েছে অল্প একটি শক্তি-স্তরে। ইলেকট্রনটি বাইরের এক কক্ষ থেকে তিতরের কক্ষে সরে এলে পরমাণুর শক্তি কমে যায় অর্থাৎ পরমাণুটি উচ্চতর শক্তি-স্তর থেকে নিম্নতর শক্তি-স্তরে চলে যায়; কমতি শক্তিটুকু বিকিরণ হিসাবে নির্গত হয় [1 (ক) নং চিত্র]। অপর পক্ষে পরমাণু কর্তৃক বিকিরণ শোষিত হলে ইলেকট্রন তিতরের কোন কক্ষ থেকে বাইরের কক্ষে যায় এবং পরমাণু নিম্নতর শক্তি-স্তর থেকে উন্নীত হয় উচ্চতর শক্তি-স্তরে। ইলেকট্রনের অবস্থানের এই ধরনের যে কোন পরিবর্তনকেই বলা হয় বদ্ধ-বদ্ধ পরিবর্তন, কারণ একেজ্রে ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হচ্ছে পরমাণুর অভ্যন্তরে একটি বদ্ধ কক্ষ থেকে অল্প একটি বদ্ধ কক্ষে।

এই পরিবর্তনে নির্গত কোটনে (বিকিরণের শক্তি-কণা) শক্তির পরিমাণ বা শক্তির কোয়ান্টাম পরমাণুর ছুটি শক্তি-স্তরের পার্থক্যের সমান। আবার শক্তির কোয়ান্টাম E ও বিকিরণের কম্পাঙ্ক ν -এর মধ্যে যে সহজ সম্বন্ধ আছে, তা প্রাকের নিয়মান্বিত সূত্র থেকে পাওয়া যায়—

$$E = h \nu$$

এখানে h হলো একটি ধ্রুবক, প্রাকের নামানুসারে একে প্রাকের ধ্রুবক বলা হয়। কোন বদ্ধ-বদ্ধ পরিবর্তনে কার্যকর ছুটি শক্তি-স্তরের মধ্যে পার্থক্য নির্দিষ্ট হওয়ার বিকীর্ণ শক্তির কোয়ান্টামের মান নির্দিষ্ট; সুতরাং বিকিরণের কম্পাঙ্ক বা তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যও নির্দিষ্ট হয়। একজ্রে বর্ণালী বিশ্লেষণে এই বিকিরণ একটি রেখা হিসাবে দেখা দেয় [1 (খ) নং চিত্র]।

পরমাণুর আভ্যন্তরীণ শক্তি যেখানে ইলেকট্রনের অবস্থার দ্বারা নির্ধারিত হয়, অণুর আভ্যন্তরীণ শক্তি সেখানে অণুর মধ্যস্থিত পরমাণুগুলির স্পন্দন ও ঘূর্ণনের উপরও নির্ভর করে। ইলেকট্রনের অবস্থার পরিবর্তন ছাড়াও এই সব পরমাণুর স্পন্দন বা ঘূর্ণনের পরিবর্তনের ফলে অণু কর্তৃক বিকিরণের শোষণ বা নিঃসরণ হতে পারে।

গ্যাসের মধ্যে অণু-পরমাণু উচ্চতর শক্তি-স্তর থেকে নিম্নতর শক্তি-স্তরে সরে গেলে যে বিকিরণ নির্গত হয়, তার বর্ণালীর রেখা কিছুটা বিস্তৃত হয়ে একটি সরু কিতার মত দেখায়। এই বিস্তারের কারণ হলো চাপের প্রভাব, অণু-পরমাণুগতিজনিত উপলার একেট ইত্যাদি। প্রাক্‌য়ার ক্ষেত্রে আরও একটি কারণে বর্ণালী-রেখার বিস্তার ঘটে। বিদ্যুৎ-ক্ষেত্রের প্রভাবে কয়েক ধরনের অণু-পরমাণুর শক্তি-স্তর পরিবর্তিত হয় এবং তাদের বর্ণালীতে নূতন রেখা দেখা দেয়; একে বলা হয় ‘স্টার্ক একেট’ (Stark effect)। প্রাক্‌য়ার মধ্যে মুক্ত আহিত কণা থাকার বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র বর্তমান, তবে কণাগুলির গতির ফলে এই ক্ষেত্র সর্বদাই পরিবর্তনশীল; আবার প্রাক্‌য়ার তিতরের অণুগুলিও সঞ্চার-মাণ। একজ্রে অণুগুলির উপর কার্যকর বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের মান নির্দিষ্ট নয়। এই কারণে স্টার্ক একেটের ফলে কয়েকটি বিচ্ছিন্ন রেখার পরিবর্তে মূল রেখার পাশে নিরবচ্ছিন্নভাবে কয়েকটি রেখার সৃষ্টি হয়ে কার্যতঃ রেখাটির বিস্তৃতি ঘটিয়ে থাকে। প্রাক্‌য়ার মুক্ত বিদ্যুৎকণা ও নিরপেক্ষ অণু-পরমাণুর পারস্পরিক ক্রিয়ার ফলে এই সব অণু-পরমাণুর

বর্ণালীতে অজ্ঞাত কিছু কিছু পরিবর্তনও পরিগণিত হয়; বধা—রেখার ওজ্জ্বল্যের তারতম্য ও কয়েকটি নূতন রেখার সৃষ্টি।

(২) বদ্ধ-মুক্ত পরিবর্তন (Bound-free transition)—নিরপেক্ষ অণু বা পরমাণু থেকে ইলেকট্রন নির্গত হলে অণু বা পরমাণুটি ধনাত্মক আয়নে পর্যবসিত হয়; তেমনি আবার ধনাত্মক আয়ন ও ইলেকট্রন মিলে নিরপেক্ষ অণু বা পরমাণু গঠন করতে পারে। এই ধরণের পরিবর্তনকে বলা হয় বদ্ধ-মুক্ত পরিবর্তন; এক্ষেত্রে ইলেকট্রন একটি অবস্থায় অণু বা পরমাণুর মধ্যে বদ্ধ এবং অল্প অবস্থায় ঐ বন্ধন থেকে মুক্ত।

অণু-পরমাণুকে আয়নিত করতে হলে অর্থাৎ মুক্ত আয়ন ও ইলেকট্রন সৃষ্টি করতে হলে খানিকটা শক্তির প্রয়োজন। সুতরাং বোঝা যাচ্ছে যে, মুক্ত অবস্থা থেকে বদ্ধ অবস্থায় ইলেকট্রন ও আয়নের মোট শক্তি অপেক্ষাকৃত কম। এজন্তে ইলেকট্রন ও আয়নের পুনর্মিলনে (Recombination) যখন অণু বা পরমাণু গঠিত হয়, তখন তাদের উচ্চ শক্তি ব্যয় করতে হয়। এই শক্তি বিকিরণ হিসাবে নির্গত হতে পারে। ঐ বিকিরণের কোয়ান্টামের একটি ন্যূনতম মাত্রা থাকার প্রাক্কর সত্ত্বে অল্পস্বল্পে বিকিরণের কম্পাঙ্কেরও একটি ন্যূনতম মান থাকে। তবে ইলেকট্রন বা আয়নের গতি শক্তি নানা মাত্রার হতে পারে বলে কোয়ান্টাম বা কম্পাঙ্কের মানও নির্দিষ্ট নয়। এজন্তে পুনর্মিলনের ক্ষেত্রে একটি সীমার পর থেকে নিরবচ্ছিন্ন (Continuous) বর্ণালী দেখতে পাওয়া যায়। প্লাজমা থেকে পুনর্মিলনজাত যে বিকিরণ পাওয়া যায়, কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় পদার্থের ক্ষেত্রে সাধারণতঃ তা অল্পপস্থিত।

(৩) মুক্ত-মুক্ত পরিবর্তন (Free-free transition)—ইলেকট্রন মুক্ত অবস্থায় থাকতেই যদি তার শক্তি-স্তরের পরিবর্তন হয় অর্থাৎ তার শক্তির হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটে, তবে সেই পরিবর্তনকে

বলা হয় মুক্ত-মুক্ত পরিবর্তন। প্লাজমার মধ্যে এই পরিবর্তন সাধারণতঃ দু-ধরণের হতে পারে।

প্রথমতঃ, ধনাত্মক আয়নের বিদ্যুৎক্ষেত্র কর্তৃক ইলেকট্রনের গতি দ্বারাদ্বিত বা মন্দীভূত হতে থাকলে এই পরিবর্তন সাধিত হয়; সেই সময় ইলেকট্রন থেকে বিকিরণ নির্গত হতে থাকে। এই বিকিরণকে বলা হয় ব্রেমস্ট্র্যালাং (Bremsstrahlung) বিকিরণ। যেহেতু ইলেকট্রনের মুক্ত অবস্থায় শক্তি-স্তরগুলি নিরবচ্ছিন্নভাবে বর্তমান, সুতরাং শক্তির পরিবর্তন যে কোন মানের হতে পারে। এক্ষেত্রে বিকিরণের কম্পাঙ্কের সব মানই সম্ভব। এই বিকিরণের বর্ণালী হয় নিরবচ্ছিন্ন।

দ্বিতীয়তঃ, প্লাজমার মধ্যে চৌম্বক ক্ষেত্র বর্তমান থাকলে আহিত কণাগুলি ঐ ক্ষেত্রের চতুর্দিকে বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকে। বিকিরণের দিক থেকে বিবেচনা করলে আয়ন অপেক্ষা ইলেকট্রনের গতিই সমধিক গুরুত্বপূর্ণ। কোন বস্তুর বৃত্তাকার পথে গতি হলো প্রকৃতপক্ষে দ্বারাদ্বিত গতি; বৃত্তের কেন্দ্রের দিকে বস্তুর সর্বদাই একটি দ্রবণ থাকে বলে বস্তুটি সরল রেখার না চলে বৃত্তাকার পথে আবর্তিত হয়। আবর্তনের ইলেকট্রনের দ্রবণের জন্তে ইলেকট্রন থেকে বিকিরণ নিঃসৃত হয়। ইলেকট্রনের গতিবেগ আলোর গতিবেগের তুলনায় নগণ্য অথবা নগণ্য নয়, তার উপর নির্ভর করে ঐ বিকিরণের প্রকৃতি। প্রথম ক্ষেত্রে ঐ বিকিরণকে বলা হয় সাইক্লোট্রন (Cyclotron) বিকিরণ আর দ্বিতীয় ক্ষেত্রে সিনক্রোট্রন (Synchrotron) বিকিরণ।

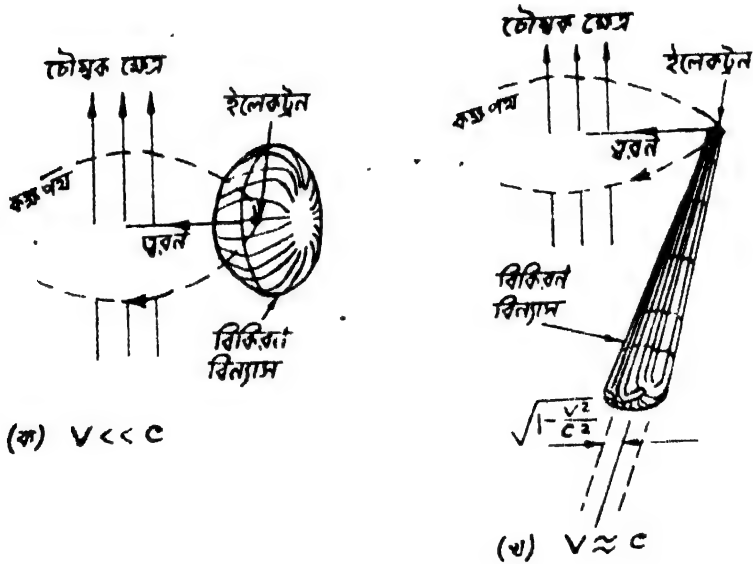
ইলেকট্রনের গতি বর্ণেই কম হলে নির্দিষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রে তার আবর্তনকালও নির্দিষ্ট হয়। সে জন্তে এক সেকেন্ডে সেটি চৌম্বক ক্ষেত্রের চতুর্দিকে কতবার ঘুরবে, তা নির্দিষ্ট। একে বলা হয় সাইক্লোট্রন কম্পাঙ্ক। সাইক্লোট্রন বিকিরণ মূলতঃ ঐ কম্পাঙ্কেরই তরঙ্গ হওয়ায় বিকিরণের বর্ণালীতে একটি রেখা দেখতে পাওয়া

বার। একেত্রে আবর্তনরত ইলেকট্রনের সামনের ও পিছনের দিকে বিকিরণের মাত্রা প্রায় সমান হয় এবং ইলেকট্রনের প্রায় চতুর্দিকেই বিকিরণ ছড়িয়ে পড়ে [2 (ক) নং চিত্র]।

ইলেকট্রনের গতিবেগ আলোর গতিবেগের সঙ্গে তুলনীয় হলে নির্দিষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রেও ইলেকট্রন আবর্তনের কম্পাঙ্ক নির্দিষ্ট থাকে না। সে ক্ষেত্রে সিক্রেট্রন বিকিরণে অনেকগুলি কম্পাঙ্ক থাকে এবং বিকিরণের বর্ণালীতে বহু ঘন-সন্নিবিষ্ট

বিভিন্ন মডেলের সাহায্যে প্লাজ্‌মার আভ্যন্তরীণ অবস্থা নির্ধারণ

উপরের আলোচনা থেকে বোঝা গেল যে, বিভিন্ন কারণে প্লাজ্‌মা থেকে বিকিরণ নির্গত হতে পারে। বিকিরণের বর্ণালী থেকে প্লাজ্‌মার আভ্যন্তরীণ অবস্থা সম্বন্ধে তথ্যাদি সংগ্রহ করা বেশ একটি জটিল ব্যাপার। এজন্তে প্রথমতঃ প্লাজ্‌মার আভ্যন্তরীণ প্রকৃতি অনুসন্ধানী করে একটি মডেল ধরে নিয়ে সেগুলির বিকিরণের বর্ণালী



2নং চিত্র

চৌম্বক ক্ষেত্রের চতুর্দিকে আবর্তনরত ইলেকট্রন থেকে নির্গত বিকিরণের বিস্তার।

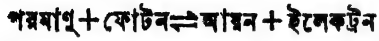
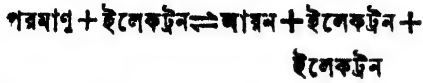
V —ইলেকট্রনের গতিবেগ, C —আলোর গতিবেগ

রেখা দেখতে পাওয়া যায়। সিক্রেট্রন বিকিরণের উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্য হলো, আবর্তনরত ইলেকট্রনের সামনের দিকে একটি ছোট শব্দর মধ্যে ঐ বিকিরণ প্রধানতঃ সীমাবদ্ধ থাকে [2 (খ) নং চিত্র]—এ যেন অনেকটা ছুটন্ত রেলগাড়ির ইঞ্জিনের হেড-লাইটের আলোর মত।

তত্ত্বগতভাবে নির্ণয় করা হয় এবং পরে ঐ সব বর্ণালীর কোন্টির সঙ্গে পরীক্ষালব্ধ বর্ণালী মিলে যায়, তা লক্ষ্য করে প্লাজ্‌মার অবস্থা নির্ধারণ করা হয়। সাধারণতঃ তিন ধরনের মডেল ধরা হয়; যথা—(1) তাপীয় সাম্যাবস্থা (Thermal Equilibrium) মডেল বা TE মডেল, (2)

স্থানীয় তাপীয় সাম্যাবস্থার (Local Thermal Equilibrium) মডেল বা LTE মডেল এবং (৩) করোনা মডেল।

প্রাজ্ঞার মধ্যস্থিত অণু, পরমাণু, আয়ন, ইলেকট্রন ও ফোটনের মধ্যে যে ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া হয়, সেই অল্পস্বাভাবিক নির্দিষ্ট হয় প্রাজ্ঞার অবস্থা। এই প্রসঙ্গে দুটি আয়নন প্রক্রিয়ার কথা আলোচনা করা যাক।



এখানে ডান দিক থেকে বা দিকে আয়ননের বিপরীত অর্থাৎ পুনর্মিলনের যে ক্রিয়া, তাকে বলা হয় বিপরীত প্রক্রিয়া।

প্রাজ্ঞার বিভিন্ন ধরণের কণার সংখ্যা যথেষ্ট হলে তাদের মধ্যে পারস্পরিক সংঘর্ষের ফলে সেগুলির তাপমাত্রা একই হয় এবং তখন প্রতিটি প্রক্রিয়া ও তার বিপরীত প্রক্রিয়ার মধ্যে সাম্য বজায় থাকে। এই হলো প্রাজ্ঞার তাপীয় সাম্যাবস্থা। এই অবস্থার বিস্তার ধরণের কণার সংখ্যা যেখানদ সাহা কর্তৃক আবদ্ধিত 'সাহা সমীকরণ' দ্বারা নির্দিষ্ট হয়।

নক্ষত্রের অভ্যন্তরভাগে সর্বদাই শক্তি-প্রবাহ থাকায় সম্পূর্ণ সাম্যাবস্থা রক্ষিত হয় না। কিন্তু কোম্প্রেশনের স্থানীয় অবস্থা বিচার করলে দেখা যায় যে, তা বেশ ভাল ভাবেই তাপীয় সাম্যাবস্থার সঙ্গে সঙ্গতিপূর্ণ। এই ঘটনা থেকেই স্থানীয় তাপীয় সাম্যাবস্থা নামটি উদ্ভূত হয়েছে। বর্তমানে এই নামটির দ্বারা সাধারণভাবে সেই অবস্থাকে বোঝায়, যাতে ফোটন ব্যতীত অন্যান্য কণা সংক্রান্ত প্রক্রিয়া ও বিপরীত প্রক্রিয়ার মধ্যে সাম্য রক্ষিত হয় এবং ঐ সব কণা তাপীয় সাম্যাবস্থার আঁহে বলে ধরা যায়। এক্ষেত্রে তাপমাত্রার ধারণা স্বাভাবিকই ধানিকটী লীমিত। এই তাপমাত্রাকে ইলেকট্রন তাপমাত্রা নামে অভিহিত করা হয়।

সূর্যের বহির্ভাগে যে করোনা অঞ্চল, সেই করোনার প্রাজ্ঞা অল্পস্বাভাবিক করোনা মডেলের কল্পনা করা হয়েছে। এই মডেলে প্রাজ্ঞার কণার ঘনত্ব অপেক্ষাকৃত অনেক কম। আয়ননের প্রক্রিয়া ও তার বিপরীত প্রক্রিয়ার মধ্যে আদৌ সাম্য রক্ষিত হয় না। বস্তুতঃ আয়নন ও পুনর্মিলনের যে দুটি প্রক্রিয়া ও বিপরীত প্রক্রিয়ার কথা পূর্বে বলা হয়েছে, তার উপরের বা দিকেরটি এবং নীচের ডান দিকেরটিই কেবল কার্যকর হয়; অর্থাৎ ইলেকট্রনের সংঘর্ষের দ্বারা ই কেবল আয়নন সংঘটিত হয়, কিন্তু পুনর্মিলন সর্বদা বিকিরণধর্মী হয়ে থাকে।

প্রাজ্ঞা থেকে নির্গত বিকিরণের বর্ণালীতে কয়েকটি রেখা ও নিরবচ্ছিন্ন ঔজ্জ্বল্য, দুই-ই বর্তমান থাকে। ঐগুলির পরিমাপ থেকে কোন একটি উপযোগী মডেলের ভিত্তিতে প্রাজ্ঞার মধ্যস্থিত ইলেকট্রনের তাপমাত্রা ও ঘনত্ব, আয়নের তাপমাত্রা প্রভৃতি নির্ণয় করা যায়। কোন দুটি রেখার ঔজ্জ্বল্যের অনুপাত থেকে ইলেকট্রনের তাপমাত্রা হিসাব করতে পারা যায়। আবার ইলেকট্রনের গতিসজ্জাত ডপ্লার এক্সটেন্ডের জন্তে রেখার বিস্তার থেকেও ঐ তাপমাত্রা নির্ণয় করা যায়। আয়নের গতিসজ্জাত ডপ্লার এক্সটেন্ডের ফলে রেখার যে বিস্তার হয়, তার সাহায্যে আয়নের তাপমাত্রা নির্ধারণ করা সম্ভব। ইলেকট্রনের তাপমাত্রা জানা থাকলে কোন একটি রেখার নিজস্ব ঔজ্জ্বল্যের পরিমাপ থেকে ইলেকট্রন ঘনত্ব হিসাব করা যায়। বিদ্যাক্ষেত্রজনিত স্টার্ক এক্সটেন্ডের ফলে রেখার যে বিস্তার হয়, তার সাহায্যেও এই ঘনত্ব নির্ণয় করা যেতে পারে।

প্রাজ্ঞার বিকিরণ ব্যাখ্যা করার পক্ষে মডেলের ধারণা বহু ক্ষেত্রে কার্যকর হলেও এর ব্যতিক্রম নেহাৎ দুর্লভ নয়। উদাহরণস্বরূপ, পরমাণু-কেন্দ্রকের সংযোজন পদ্ধতির জন্তে যে সব অতি কণাস্বাভাবিক প্রাজ্ঞার সৃষ্টি করা হয়, সেগুলির উপরে

করা যেতে পারে। এই ধরনের প্রাক্‌জ্যার কির-
প্রতিক্রিয়া কেবলমাত্র তাৎক্ষণিক তাপমাত্রার
উপরই নির্ভর করে না, পূর্ববর্তী সময়ের তাপমাত্রাও
তাদের উপর প্রভাব বিস্তার করে। এই সব
প্রাক্‌জ্যার বখাযখ ব্যাখ্যা করবার জন্তে বিজ্ঞানীরা
গবেষণায় নিযুক্ত আছেন।

বিভিন্ন প্রকৃতির বিকিরণ

আমরা জানি, বিকিরণ হচ্ছে বস্তুত: বিদ্যুচ্চৌ-
ম্বক তরঙ্গ এবং কম্পাঙ্ক বা তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য অল্পব্যাপী
ঐ তরঙ্গ বিভিন্ন প্রকৃতির হতে পারে, যথা—বেতার
তরঙ্গ, দৃশ্য আলো, রঞ্জন রশ্মি ইত্যাদি।
প্রাক্‌জ্য থেকে যে বিকিরণ নিঃসৃত হয়, তাতে দৃশ্য
আলো ছাড়াও বেতার-তরঙ্গ, অবলোহিত রশ্মি,
অতিবেগুনী রশ্মি বা রঞ্জন রশ্মি থাকতে
পারে। রেখা বর্ণালী ও নিরবচ্ছিন্ন বর্ণালী, উভয়
ক্ষেত্রেই দেখা যায় যে, প্রাক্‌জ্যার তাপমাত্রা T বত
বেগী হয়, বর্ণালীর সর্বোচ্চ অংশের তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য λ_m
তত কম হয়। আদর্শ বিকিরকের (Black
body) বর্ণালীর ক্ষেত্রে ঐ তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য ভীনের সূত্র
(Wien's law) থেকে জানা যায়। সূত্রটি অল্পব্যাপী
 $\lambda_m T = 0.2898$ সে. মি. ডিগ্রী

এই সূত্র থেকে দেখা যায় যে, প্রাক্‌জ্যার তাপমাত্রা 10
হাজার ডিগ্রী কেলভিন হলে ঐ তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য হয়
 2898×10^{-9} সে. মি. বা 2898 অ্যাংস্ট্রম (অতি
বেগুনী রশ্মি) আর তাপমাত্রা 10 লক্ষ ডিগ্রী
কেলভিন হলে তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য হয় 2898 অ্যাংস্ট্রম
(রঞ্জন রশ্মি)।

ব্রহ্মস্ট্রালুং বিকিরণের জন্তে যে নিরবচ্ছিন্ন
বর্ণালী দেখা যায়, তার সর্বোচ্চ অংশের তরঙ্গ-
দৈর্ঘ্য নিম্নলিখিত সূত্র থেকে পাওয়া যেতে পারে।

$$\lambda_m T = 0.720 \text{ সে. মি. ডিগ্রী}$$

এই সূত্র অল্পব্যাপী 10 হাজার ডিগ্রী কেলভিন
তাপমাত্রার ঐ তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য হয় 7200 অ্যাংস্ট্রম
(দৃশ্য আলো) এবং 10 লক্ষ ডিগ্রী কেলভিন

তাপমাত্রার তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য হচ্ছে 72 অ্যাংস্ট্রম (অতি
বেগুনী রশ্মি)।

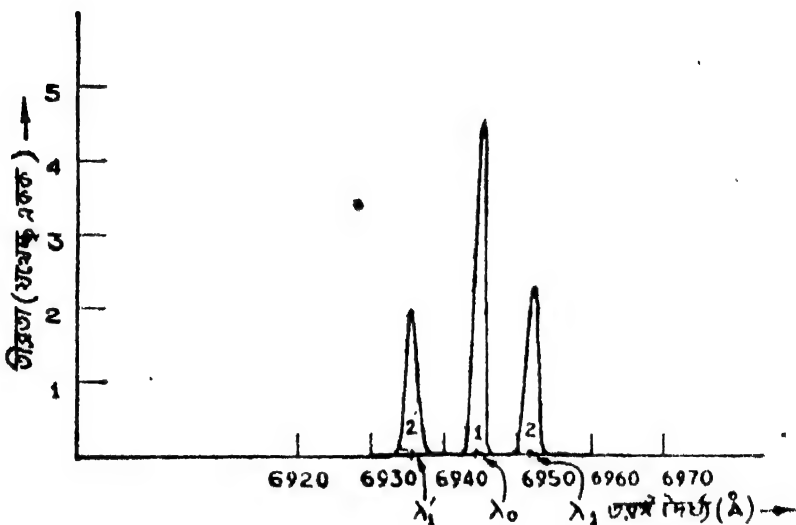
পরমাণু-কেন্দ্রকের সংযোজন চূড়ী নির্মাণের
উদ্দেশ্যে বিজ্ঞানীরা যে সব অত্যাশ্চর্য প্রাক্‌জ্য নিয়ে
গবেষণা করছেন, সেগুলির বিকিরণের প্রধান অংশ
থাকে রঞ্জন রশ্মি এলাকার। এখানে উল্লেখ্য
যে, প্রাক্‌জ্য থেকে নিঃসৃত রঞ্জন রশ্মি সম্পর্কে
বহু কাল পূর্ব থেকেই বিজ্ঞানীদের কৌতূহল ছিল,
কারণ তাঁদের জানা ছিল যে, সৌর করোনার
তাপমাত্রা 10 লক্ষ ডিগ্রী কেলভিনের চেয়ে কিছুটা
বেগী এবং সেজন্তে করোনার প্রাক্‌জ্য থেকে নিঃসৃত
বিকিরণের মধ্যে সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ হলো রঞ্জন
রশ্মি। তবে পৃথিবীর বায়ুমণ্ডল কর্তৃক এই
রশ্মি শোষিত হওয়ার তা আর ভূপৃষ্ঠে পৌঁছতে
পারে না বলে ঐ রশ্মি নিয়ে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করা
পূর্বে সম্ভব ছিল না। সাম্প্রতিক কালে রকেট ও
কৃত্রিম উপগ্রহের সাহায্যে বায়ুমণ্ডলের উর্ধ্ব বয়
পাঠিয়ে রঞ্জন রশ্মি সম্পর্কে গবেষণা করা
সম্ভব হচ্ছে। কেবল সৌর করোনাই নয়, বিভিন্ন
জ্যোতিষ্ক থেকে আগত রঞ্জন রশ্মিরও পরিমাপ
করা হয়েছে। এর ফলে জ্যোতির্বিজ্ঞানের অনেক
নূতন তথ্যের সম্ভাবন পাওয়া যাচ্ছে।

প্রাক্‌জ্য থেকে নিঃসৃত মাইক্রো-ওয়েভ (ক্ষুদ্র
বেতার-তরঙ্গ), অবলোহিত রশ্মি ও অতি বেগুনী
রশ্মি নিয়েও গবেষণা হয়েছে। মাইক্রো-ওয়েভ
এলাকার কোন বিশেষ কম্পাঙ্কের নিকটবর্তী
কম্পাঙ্কসমূহের যে নিরবচ্ছিন্ন বিকিরণ নির্গত হয়,
তার শক্তির পরিমাপ প্রাক্‌জ্যাহিত ইলেকট্রনের
তাপমাত্রা নির্ণয়ের একটি প্রকৃষ্ট উপায় হিসাবে গণ্য
হয়। বৈজ্ঞানিক করণ নলের মধ্যে নির্দিষ্ট ধরনের
প্রাক্‌জ্য সৃষ্টি করে তা ব্যবহার করা হয় বিশেষ কোন
তাপমাত্রার মাইক্রো-ওয়েভ বিকিরণের আদর্শ উৎস
রূপে। মাইক্রো-ওয়েভ গ্রাহক-যন্ত্রের কার্য-
কারিতার পরীক্ষার এই প্রাক্‌জ্য প্রায়শই ব্যবহৃত
হয়।

প্রাজ্জ্য়া ও রামন একেট্ট

সাম্প্রতিক কালে প্রাজ্জ্য়ার রামন একেট্টের নিদর্শন পাওয়া গেছে। এ কথা জানা আছে যে, উপযোগী অণুর উপর কোন একটি কম্পাঙ্কের আলো আপতিত হলে অণু কর্তৃক বিচ্ছুরিত আলোর রামন একেট্ট অল্পবাহী ঐ কম্পাঙ্ক অপেক্ষা বৃহত্তর ও ক্ষুদ্রতর কম্পাঙ্কও বর্তমান থাকে। এর মূলে রয়েছে অণুর এমন সব শক্তি-স্তরের অস্তিত্ব,

নিতে হলে প্রাজ্জ্য়ার উপর আপতিত আলো অত্যন্ত তীব্র হওয়া দরকার। তাছাড়া আপতিত আলোর কম্পাঙ্ক বিশেষভাবে নির্দিষ্ট হওয়া দরকার, যাতে বিচ্ছুরিত আলোর কম্পাঙ্কের সামান্য পার্থক্যও ধরতে পারা যায়। লেসারের সাহায্যে প্রয়োজনানুগ আলো তৈরি করা সম্ভব হয়েছে। লেসার-রশ্মির বিচ্ছুরণ সংক্রান্ত গবেষণা গত সাত-আট বছরে এত উন্নত হয়েছে যে,



৩নং চিত্র

প্রাজ্জ্য়া কর্তৃক লেসার-রশ্মির বিচ্ছুরণে রামন একেট্টের নিদর্শন। আপতিত আলোর (তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য : λ_0) সঙ্গে 13° কোণ করে যে বিচ্ছুরিত আলো নির্গত হয়েছে, তার এই বর্ণালীতে λ_1 ও λ_1' হচ্ছে কার্বন: যথাক্রমে স্টোক্স রেখা ও বিপরীত-স্টোক্স রেখার তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য। (\AA —আংস্ট্রম।)

বালের কোন একটি থেকে অন্য একটিতে অণু সরে গেলে সেই দুটি স্তরের শক্তি-পার্থক্য আপতিত বিকিরণের কম্পাঙ্কের পার্থক্য ঘটিয়ে থাকে। প্রাজ্জ্য়ার মধ্যে স্পন্দনের মাধ্যমে বিভিন্ন শক্তি-স্তর থাকায় সেক্ষেত্রেও স্বতাবতঃই রামন একেট্ট কার্যকর হয়। তবে প্রাজ্জ্য়াজাত বিকিরণের মধ্য থেকে রামন একেট্টের কম্পাঙ্কগুলিকে চিনে

উচ্চ তাপমাত্রার কণাবাহী প্রাজ্জ্য়াতেও এখন বিচ্ছুরণের পরীক্ষা করা সম্ভব হচ্ছে।

ক্যানাডার অটোয়া শহরের জ্ঞানশালা রিসার্চ কাউন্সিলের গবেষণাগারে হ্যামিল্টন ও ডেভিস প্রাজ্জ্য়া কর্তৃক বিচ্ছুরিত লেসার-রশ্মির যে বর্ণালী পেয়েছেন, ৩নং চিত্রে তা দেখানো হলো। ১-চিহ্নিত অংশের মধ্যবর্তী তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য λ_0 আপতিত

রশ্মির তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের নির্দেশক। এই অংশের বিস্তারের মূলে আছে আরনের তাপমাত্রা। রামন একেই অজ্ঞাবাহী কম্পাঙ্ক বা তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন হওয়ার বর্ণালীতে যে স্টোকস ও বিপরীত-স্টোকস রেখা পাওয়া যায়, সেই দুটি রেখাকে সূচিত করছে যথাক্রমে 2 ও 2'-চিহ্নিত অংশ। রেখাঘরের যে বিস্তার দেখা যাচ্ছে, তার প্রধান কারণ সম্ভবতঃ প্রাক্কমার মধ্যে ইলেকট্রনের তাপমাত্রা ও ইলেকট্রন ঘনত্বের তারতম্য। 2 ও 2'-চিহ্নিত অংশের মধ্যবর্তী তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যকে λ_1 ও λ_1' লিখলে

λ_1 থেকে তাদের উত্তরের পার্থক্য সমান। এই পার্থক্য হলো 8 অ্যাংস্ট্রম, প্রাক্কমার মধ্যস্থিত ইলেকট্রনগুলির দোলনের যে নিজস্ব কম্পাঙ্ক আছে, তার উপর নির্ভর করে তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের এই পার্থক্য। সেজন্তে এর পরিমাণ থেকে ঐ কম্পাঙ্ক নির্ণয় করা যায় এবং তা থেকে আবার নিরূপণ করা যায় ইলেকট্রন ঘনত্ব।

কোয়ান্টাম তত্ত্বের নিরিখে প্রাক্কমাকে বিচার করবার যে প্রচেষ্টা সম্প্রতি দেখা যাচ্ছে, তাতে রামন একেই বিশেষ সহায়ক হবে বলে মনে হয়।

রামন রিসার্চ ইনস্টিটিউট

রবীন বন্দ্যোপাধ্যায়*

গত বছর (1970) ষড়্জগুরে ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের বার্ষিক অধিবেশনের শেষে যখন পরবর্তী অধিবেশনের স্থান হিসাবে ব্যাঙ্কালোরের নাম ঘোষিত হয়, তখন থেকেই একটা গভীর প্রত্যাশা জেগেছিল 1971 সালের গোড়ার ব্যাঙ্কালোরে গিয়ে বিজ্ঞানার্চা চন্দ্রশেখর ভেঙ্কট রামনের সাক্ষাৎ-লাভের ও তাঁর প্রতিষ্ঠিত গবেষণাকেন্দ্র দেখবার সুযোগ আমরা নিশ্চয়ই পাব। কিন্তু আমাদের পরম দুর্ভাগ্য, এই বছর ব্যাঙ্কালোরে বিজ্ঞান কংগ্রেস অধিবেশনের মাত্র দেড় মাস আগে গত 21 মতেশ্বর আচার্য রামন আমাদের ছেড়ে চলে গেলেন। তাই এক পরম আক্ষেপ রয়ে গেল, এবার ব্যাঙ্কালোরে উপস্থিত হয়েও তাঁর সাক্ষাৎ-লাভের সৌভাগ্য আমাদের আর হলো না।

সে সৌভাগ্য থেকে বঞ্চিত হয়ে মনের মধ্যে একটা গভীর বাসনা জেগেছিল—আচার্য রামনের পুন্ডি-বিজড়িত গবেষণা কেন্দ্র রামন রিসার্চ ইনস্টিটিউট অন্ততঃ দেখতেই হবে। একথা আজ

সকলেরই জানা আছে, আচার্য রামন তাঁর জীবন-কালে লোকচক্ষুর অন্তরালে থেকে বিজ্ঞান-সাধনার একান্তভাবে নিমগ্ন থাকতে চাইতেন। তাই তিনি চাইতেন না, দর্শনার্থীদের তাঁর গবেষণাকেন্দ্রে এসে বিজ্ঞান-সাধনার ব্যাঘাত ঘটুক। রামন রিসার্চ ইনস্টিটিউটের প্রবেশদ্বারে একটি নোটিশ বোর্ডে তাঁর এই অভিপ্রায় ব্যক্ত হয়েছে: This Institute is NOT OPEN to visitors. Please DO NOT DISTURB us।

মনে একটা সংশয় ছিল, আচার্য রামনের তিরোধানের পর এই নিবেদনবিধি এখনও হয়তো বহাল আছে। বা হোক, ব্যাঙ্কালোরে বিজ্ঞান কংগ্রেসের অধিবেশন চলাকালে রামন রিসার্চ ইনস্টিটিউট দেখবার একটা সুযোগ করে দেবার জন্যে অভ্যর্থনা সমিতির অন্ততম সম্পাদক অধ্যাপক কুমারস্বামীকে বিশেষভাবে অনুরোধ জানিয়েছিলাম। আমাদের এই বিশেষ আগ্রহের কথা আচার্য
* দি ক্যালকাটা কেমিক্যাল কোং, কলিকাতা-29

রামনের সহধর্মিণী শ্রীমতী লোকসুন্দরী রামনকে তিনি কোনবোলে জানালেন। শ্রীমতী রামন প্রথম একটু দ্বিধা প্রকাশ করলেও আমাদের বিশেষ আশ্রয়ের কথা শুনে শেষে অস্বস্তি দিলেন।

অস্বস্তি পেয়ে সঙ্গে সঙ্গে রামন রিসার্চ ইনস্টিটিউট অভিমুখে রওনা হলাম। ব্যাঙ্কালোর-৬ এলাকার মেকরি সার্কেলে এই ইনস্টিটিউট অবস্থিত। মেকরি রোড ধরে এগিয়ে গেলে বাঁ দিকে প্রথমে পড়ে ইণ্ডিয়ান অ্যাকাডেমি অফ সায়েন্স-এর ভবন এবং তার ডান দিকে রামন ইনস্টিটিউট। ইনস্টিটিউটে ঢুকে বাঁ দিকে প্রথমেই চোখে পড়লো দর্শনার্থীদের উদ্দেশ্যে লিখিত সুবিধিত নোটিশ বোর্ডটি। ইনস্টিটিউটের প্রাঙ্গণে উপস্থিত হবার কিছুক্ষণ পরে ইণ্ডিয়ান জাশনাল সায়েন্স অ্যাকাডেমির তিনজন বিজ্ঞানী ও কার্যালয়ের সম্পাদক সেখানে এসে হাজির হলেন। ইতিমধ্যে আচার্য রামনের একান্ত সচিব শ্রীশঙ্করনাথন এসে আমাদের অভ্যর্থনা জানালেন। আমাদের আসবার উদ্দেশ্য তিনি আগেই কোনবোলে জানতে পেরেছিলেন। তাই প্রথমে শ্রীমতী রামনের কাছে আমাদের নিয়ে গেলেন।

আলাপ-পরিচয়ের পর শ্রীমতী রামন আমাদের ইনস্টিটিউটের বিভিন্ন বিভাগ ও মিউজিয়াম দেখবার জন্তে শ্রীশঙ্করনাথনের হাতে চাবি দিলেন। তিনি আমাদের প্রথমে নিয়ে এলেন আচার্য রামনের বসবার ঘরে। ঘরটি ইনস্টিটিউটের মূল ভবনের একতলার বাঁ দিকে একেবারে শেষ প্রান্তে অবস্থিত। ঘরে ঢুকে প্রথমেই চোখে পড়লো সামনের দেয়ালে টাঙানো একটি মানপত্র। মানপত্রটি কলকাতা পৌর সংস্থা কর্তৃক প্রদত্ত। ১৯৩০ সালে আচার্য রামন নোবেল পুরস্কার পাবার পর কলকাতা পৌর সংস্থা তাঁকে সংবর্ধনা জানিয়ে যে মানপত্র দেন, তৎকালীন মেয়র ডাঃ বিধানচন্দ্র রায়ের স্বাক্ষরিত সেই মানপত্রটি সামনের দেয়ালের টাঙানো আছে। এই মানপত্রটি

দেখে সত্যি খুব আনন্দ হয়েছিল এই ভেবে যে, কলিকাতাবাসী হিসাবে আমরাই সর্বপ্রথম আচার্য রামনকে নোবেল পুরস্কারপ্রাপ্তি উপলক্ষে সংবর্ধনা জানবার সুযোগ পেয়েছিলাম। সামনের দেয়ালের বাঁ দিকে আছে আর একটি বাঁধনো মানপত্র। সেটি হচ্ছে ইণ্ডিয়ান অ্যাকাডেমি অফ সায়েন্স-এর পক্ষ থেকে আচার্য রামনকে নোবেল পুরস্কারপ্রাপ্তি উপলক্ষে প্রদত্ত মানপত্র। এছাড়া, বাঁ দিকের দেয়ালে টাঙানো আছে ১৯৩১ সালে অল্পবয়সী রামন একেই সংক্রান্ত আন্তর্জাতিক আলোচনা-চক্রের একটি বিবরণ।

আচার্য রামনের ঘর থেকে বেরিয়ে এসে এই ইনস্টিটিউট প্রতিষ্ঠার ইতিবৃত্ত শ্রীশঙ্করনাথনের কাছে জানতে চেরেছিলাম। তিনি জানান—নোবেল পুরস্কার লাভের পর থেকেই আচার্য রামন নিজস্ব একটি গবেষণা কেন্দ্র স্থাপনের স্বপ্ন দেখেছিলেন। কলকাতা থেকে ব্যাঙ্কালোরে আসবার পর তাঁর এই স্বপ্নকে বাস্তবে রূপায়িত করার জন্তে তিনি বিশেষ সচেষ্ট হন। দেশবাসীর কাছে তাঁর অন্তরের বাসনা জানিয়ে তিনি আবেদন করেছিলেন—It is my earnest desire to bring into existence a centre of scientific research worthy of our ancient country where the keenest intellects of our land can probe into the mysteries of the Universe and by so doing help us to appreciate the transcendent power that guides its activities. This aim can only be achieved, if by His Divine Grace, all lovers of our country see this way to help the cause. (আমার একান্ত অভিলাষ আমাদের প্রাচীন দেশের যোগ্য এমন একটি বৈজ্ঞানিক গবেষণা কেন্দ্র প্রতিষ্ঠা করা, যেখানে আমাদের দেশের তীক্ষ্ণবী গবেষকরা বিশ্বের রহস্য অন্বেষণ করতে পারেন এবং তাঁর

দ্বারা যে অজের মহাশক্তি বিখের কার্যধারা নিয়ন্ত্রণ করে, তা উপলব্ধিতে সহায়তা করবেন। এই উদ্দেশ্যে সার্থক হতে পারে, যদি বিধাতার অল্প-এত্রে আমাদের সকল দেশপ্রেমিক মানুষ এই উদ্দেশ্য সাধনে সাহায্য করেন)। আচার্য রামনের এই আবেদন ব্যর্থ হয় নি। দেশবাসীর সাহায্য ও সহযোগিতায় 1951 সালে তিনি ব্যাঙ্গালোরে এই গবেষণা কেন্দ্র প্রতিষ্ঠা করেন।

রামন রিসার্চ ইনস্টিটিউটের ইতিবৃত্ত শুনতে শুনতে আমরা উপস্থিত হলাম আচার্য রামনের নিজস্ব গবেষণাগারে। অল্পস্থ হয়ে পড়বার আগে পর্বত তিনি এখানে রামন একক্টে সম্পর্কে নানা পরীক্ষা চালিয়ে গেছেন। এর পরের ঘর হচ্ছে পেট্রোলজিক্যাল বা শিলাতাত্ত্বিক গবেষণাগার, তারপর কৃষ্ট্যালোগ্রাফী বা ক্রিস্টাতাত্ত্বিক গবেষণাগার। এই ঘরের শেষে দ্বিতলে ঠাঁবর সিঁড়ি। সিঁড়ির ডানদিকে একতলার এক্স-রশ্মি বিভাগ।

ইনস্টিটিউটের দ্বিতলে আছে বিভিন্ন মিউজিয়াম, লাইব্রেরি, বক্তৃতা-কক্ষ ও প্রকাশনা বিভাগ। সিঁড়ি দিয়ে দ্বিতলে উঠে ডানদিকে প্রথম ঘরটি হচ্ছে শিলাতাত্ত্বিক মিউজিয়াম। এই প্রদর্শনশালায় আছে দেশ-বিদেশ থেকে সংগৃহীত বহু বিচিত্র শিলাখণ্ড। এর পাশের ঘরটিতে আছে প্রাকৃতিক ইতিহাস মিউজিয়াম। এই প্রদর্শনশালায় আছে ডক্টর রামন কর্তৃক দেশ-বিদেশ থেকে সংগৃহীত দু-শতাধিক প্রজাপতি, বহু কীট-পতঙ্গ, শামুক, শব্দ ও পাখীর নিদর্শন। তাঁর প্রজাপতির এই অমূল্য সংগ্রহ দেখে অভিভূত হতে হয়। কত বিচিত্র তাদের রঙ, আর কি নয়নবিমোহন তাদের গায়ের নক্সা! মাছব বিরাট শিল্পী বলে আমরা গর্ব করে থাকি, কিন্তু প্রকৃতি যে কতবড় শিল্পী, তা এই প্রজাপতির নিদর্শনগুলি দেখে উপলব্ধি করা যায়।

আচার্য রামনের সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য

মিউজিয়াম হচ্ছে মণিমাণিক্যের প্রদর্শনশালা। খনিজদ্রব্য, শিলাখণ্ড ও মণিমাণিক্যের রঙ সম্পর্কে ডক্টর রামন দীর্ঘকাল গবেষণা করেছিলেন। এজন্তে দেশ-বিদেশ থেকে তিনি বহু মূল্যবান খনিজদ্রব্য, শিলাখণ্ড ও মানিক সংগ্রহ করেছিলেন। এই সংগ্রহশালায় পাঁরা, হীরা, চুনি, গোমেদ, ওপেল, অ্যাগেট ইত্যাদি কত অমূল্য মাণিক্যের যে নিদর্শন আছে, তা বলা যায় না। এই সংগ্রহশালায় একটি সংরক্ষিত খরে আছে দীপ্তিমান খনিজদ্রব্যের অতি মূল্যবান সংগ্রহ। সাধারণ আলোতে এই খনিজদ্রব্যগুলির বর্ণবৈশিষ্ট্য চোখে ধরা পড়ে না। কিন্তু আলট্রা-ভায়োলেট আলোর পরিবেশে এই খনিজদ্রব্যগুলির যে বর্ণবৈচিত্র্য উদ্ভাসিত হয়, তা দেখে মনে হয় যেন এক স্বপ্নময় রাজ্যে প্রবেশ করেছি। কি বিচিত্র তাদের বর্ণশোভা! কোনটি থেকে বিচ্ছুরিত হচ্ছে নীল, কোনটি থেকে লাল, কোনটি থেকে সবুজ, কোনটি থেকে স্বর্ণাভ হলুদ, আবার কোন একটি থেকে লাল, সবুজ নানা রং। রাসায়নিক বিচারে এই খনিজদ্রব্যগুলি হচ্ছে ফেল্ডস্পার (Feldspar) এবং এদের সাধারণ রাসায়নিক সংযুক্তি হচ্ছে অ্যালুমিনো সিলিকেট (Alumino Silicate)। পটাশ ফেল্ডস্পারকে বলা হয় অরথোক্লেজ (Orthoclase), সোডা ও ক্যালসিয়াম ফেল্ডস্পারকে বলে প্লাগিওক্লেজ (Plagioclase)। দীপ্তিমান ফেল্ডস্পারের মধ্যে সবচেয়ে চমকপ্রদ হচ্ছে ল্যাব্রাডোরাইট (Labradorite)। ল্যাব্রাডোর-এ পাওয়া যায় বলে এদের এই নামকরণ। এই খনিজদ্রব্য হাড়ো তাঁর আর একটি বিশেষ মূল্যবান সংগ্রহ হচ্ছে হীরক। নোবেল পুরস্কারের অর্থের একটা বড় অংশ তিনি হীরা কেনবার জন্তে ব্যয় করেছিলেন। এই অর্থ দিয়ে তিনি 300টিরও বেশি হীরক কিনেছিলেন বলে শোনা যায়। আমরা জানি, আচার্য রামন হীরক নিয়ে দীর্ঘ দিন বহু গবেষণা করেছিলেন। দীপ্তিমান

ধনিজ্জব্ব্য ও হীরকের নির্মণনগুলি তাঁর অভ্যস্ত প্রিয় ছিল। এজন্তে এই নির্মণনগুলি বিশেষ সংরক্ষিত ঘরে তিনি রাখবার ব্যবস্থা করেছিলেন।

রামন ইনস্টিটিউটের বিতলে এই সংগ্রহশালা-গুলি ছাড়া আছে লাইব্রেরি, বক্তৃতা-কক্ষ ও রিপ্রিন্ট দপ্তর। বক্তৃতা-কক্ষটি খুব বড় নয়। সেখানে রামন একেই সম্পর্কিত নানা আলোকচিত্র শোভিত আছে এবং প্রবেশদ্বারের বা পাশে এক কোণে আছে আচার্য রামনের একটি আবক্ষ প্রতিমূর্তি। প্রতি বছর দোসরা অক্টোবর গান্ধীজীর জন্মদিনে ডক্টর রামন গান্ধী স্মারক বক্তৃতা দিতেন। এই বক্তৃতায় তিনি তাঁর সাম্প্রতিক গবেষণা সম্পর্কে আলোচনা করতেন। তিনি সর্বশেষ গান্ধী স্মারক বক্তৃতা দেন ১৯৭০ সালের ২রা অক্টোবর। তাঁর এই সর্বশেষ বক্তৃতার বিষয়বস্তু ছিল ‘কক্লিয়া (অন্তঃকর্ণের অংশবিশেষ) ও শব্দভূতি’। বক্তৃতা-কক্ষের বোর্ডে এই বিষয় ব্যাখ্যার জন্তে যে রেখাচিত্র সেদিন অঙ্কিত হয়েছিল, সেটি এখনও অবিকৃত রয়েছে দেখলাম।

রামন ইনস্টিটিউটের যে বিভাগগুলির বিষয় আগে উল্লেখ করেছি, সেগুলি ছাড়া গণিত, প্রাণ-রসায়ন এবং আবহতত্ত্বের বিভাগও আছে। ইনস্টিটিউটের প্রাঙ্গণে একটি পূর্ণাঙ্গ মানমন্দিরও আছে। গোলাপ ফুল আচার্য রামনের বিশেষ প্রিয় ছিল। প্রাঙ্গণের মধ্যে তাঁর গোলাপ ফুলের বাগানটি দেখবার মত। শ্রীপদ্মনাভনের কাছে শুনলাম, তিনি নিজে বাগানের তদারক করতেন। প্রতিদিন সকালে বাগানে গিয়ে তিনি প্রস্তুত গোলাপের স্পর্শ অহুস্তব করতেন। কিন্তু একটিও গোলাপ ফুল তিনি গাছ থেকে কখনও ছিঁড়তেন না। এই প্রসঙ্গে একটি কাহিনী শোনালেন শ্রীপদ্মনাভন। একবার আচার্য রামনের জন্মদিন ইনস্টিটিউটের গবেষক ও কর্মীরা তাঁকে একটি গোলাপের তোড়া উপহার দেন। গোলাপ দেখে তিনি প্রথমে খুশী হয়েছিলেন, কিন্তু পরক্ষণে প্রশ্ন করলেন ‘এই গোলাপ তোমরা কোথা থেকে নিয়ে এসেছো? আমার বাগান থেকে নয় নিশ্চয়?’

যখন শুনলেন তাঁর বাগান থেকেই এই গোলাপ-গুলি ছিঁড়ে আনা হয়েছে। তখন একটু ক্ষুব্ধ হয়ে বললেন, ‘এগুলি যেখানে ছিল সেখানে থাকলেই আমি বেশী খুশী হতাম’। শ্রীপদ্মনাভন বললেন, আচার্য রামন স্তম্ভের পূজারী ছিলেন মনেপ্রাণে। তাই তিনি ইনস্টিটিউটের দোতলার বারান্দা থেকে দূরের নন্দী পর্বতের দৃশ্য যাতে অবরুদ্ধ না হয়, সেজন্তে ইনস্টিটিউটের সামনে বড় গাছ লাগাতে দেন নি।

শ্রীপদ্মনাভনের কাছ থেকে আরও জানা গেল, ইনস্টিটিউটের প্রকাশনা বিভাগ থেকে ‘প্রোসিডিং অফ ইণ্ডিয়ান অ্যাকাডেমি অফ সায়েন্সেস’ পত্রিকা নিয়মিত প্রকাশিত হয়ে থাকে। ডক্টর রামনের প্রয়াণের দু-বছর আগে এখান থেকে তাঁর সর্বশেষ গবেষণা গ্রন্থ ‘The Physiology of vision’ প্রকাশিত হয়েছে।

রামন রিসার্চ ইনস্টিটিউট দেখবার সুযোগ পেয়ে নিজেদের সৌভাগ্যবান মনে করেছি। কিন্তু সেই সঙ্গে একটা ব্যাপার লক্ষ্য করে দুঃখ বোধও করেছি। আমরা যখন ইনস্টিটিউট দেখতে যাই, তখন আচার্য রামনের তিরোধানের প্রায় দেড় মাস পরে সেখানে কাজকর্ম বিশেষ হচ্ছে বলে মনে হয় নি। একারণে সেখানকার বিভিন্ন বিভাগের বর্তমান গবেষণা-কাজের পরিচয় লাভের সুযোগ আমরা পাই নি। শ্রীপদ্মনাভন কথা প্রসঙ্গে আমাদের বলেছিলেন—ডক্টর রামন তাঁর ইনস্টিটিউটের কাজ পরিচালনের জন্তে কোন সরকারী অহুদান গ্রহণ করতেন না, জাতীয় অধ্যাপক হিসাবে তিনি বা পেতেন, শুধু তাই গ্রহণ করতেন। জানি না সেটাই সাময়িক পরিস্থিতির কারণ কিনা। শ্রীমতী রামন আমাদের সঙ্গে আলোচনার সময়ে বলেছিলেন—আচার্য রামনের তিরোধানের পর এই ইনস্টিটিউট এখন ভারতের জাতীয় সম্পদ। দেশবাসীরই এখন এর পরিচালন দায়িত্ব গ্রহণ করা উচিত। তাঁর এই অতিমত বিজ্ঞানাহুদায়ী ব্যক্তি যাকই সমর্থন করবেন বলে মনে করি।

আণবিক বর্ণালী-বিজ্ঞানের ভূমিকা

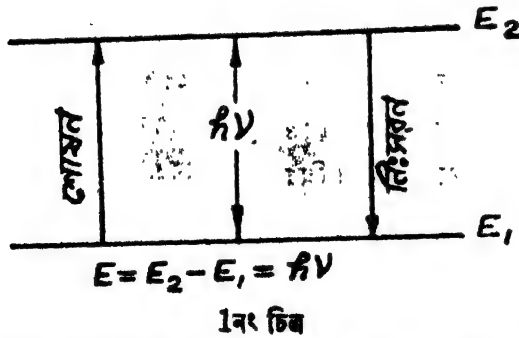
দিলীপকুমার ঘোষ*

বর্ণালী-বিজ্ঞান পদার্থবিজ্ঞানের অন্ততম প্রধান বিষয় এবং একথা নিঃসন্দেহে বলা চলে যে, বর্ণালী-বিজ্ঞানের উপর আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের ভিত্তি স্থাপিত। বর্তমান প্রবন্ধে আণবিক বর্ণালী সংক্ষেপে আলোচনা করা হবে। অধ্যাপক রায়নের আবিষ্কার আণবিক প্রক্রিয়া ও এই আবিষ্কার আণবিক বর্ণালী-বিজ্ঞানের মধ্যে বিশেষ স্থান অধিকার করে আছে।

বর্ণালী-বিজ্ঞানের সাহায্যে আমরা অণু-পরমাণু ও নিউক্লিয়াসের শক্তির স্তর (Energy level) নিরূপণ করে থাকি। একটি অণু কর্তৃক যদি কোনও বিকিরণ শোষিত হয়, তাহলে ঐ বিকিরণের কম্পাঙ্ক জানা থাকলে আমরা দুটি শক্তির স্তরের পার্থক্য জানতে পারব (1নং চিত্র)।

তিন ভাগে ভাগ করে থাকি, যথা—ইলেকট্রনিক বর্ণালী (Electronic spectra), স্পন্দন বর্ণালী (Vibrational spectra) ও আবর্তন বর্ণালী (Rotational spectra)। এ ছাড়া আণবিক বর্ণালীর অন্তর্ভুক্ত নিয়ে বর্তমান প্রবন্ধে আলোচনা করা হবে না। যখন কোনও বিশেষ ধরণের বিকিরণ কোনও অণুর উপর আপতিত হয়, তখন ঐ অণু বিকিরণ শোষণ করে ও অণুর মধ্যস্থিত আবর্তন শক্তি, স্পন্দন শক্তি বা ইলেকট্রনিক শক্তির মান বৃদ্ধি পায়। অণুর আবর্তন, স্পন্দন ও ইলেকট্রনিক গতি (Motion) সম্বন্ধে জানতে হলে প্রতিটি গতির জন্য নির্দিষ্ট ধরণের বিকিরণ ব্যবহার করতে হয়। এই বিকিরণের কম্পাঙ্ক প্রতিটি ক্ষেত্রে ভিন্ন।

আমরা যখন অতি ক্ষুদ্র বেতার-তরঙ্গ



ν -বিকিরণের কম্পাঙ্ক, h -প্ল্যাঙ্কের নামানুসারে একটি ধ্রুবক। E —শক্তি, E_1 -শক্তির নিম্নস্তর, E_2 -শক্তির উচ্চস্তর। অণু শক্তির নিম্নস্তরে থাকলে বিকিরণ শোষণ করে উচ্চস্তরে যায়, অণু শক্তির উচ্চস্তরে থাকলে বিকিরণ নিঃসরণ করে শক্তির নিম্নস্তরে ফিরে আসে।

যখন কোনও অণু ν কম্পাঙ্কের বিকিরণ শোষণ করে বা নিঃসরণ করে তখন সে কেবলমাত্র একটি শক্তির কোয়ান্টাম $h\nu$ শোষণ বা নিঃসরণ করে।


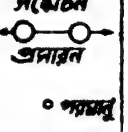
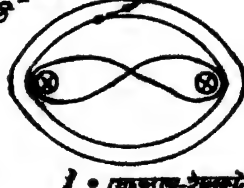
আণবিক বর্ণালীকে আমরা সাধারণভাবে

(Microwave) ব্যবহার করি, তখন ঐ তরঙ্গ বা বিকিরণ অণুর দ্বারা শোষিত হয়, ফলে অণুর

* সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার ফিজিক্স, কলিকাতা-৭

মধ্যস্থিত আবর্তনজনিত শক্তি বৃদ্ধি পায় ও আমরা অণুর আবর্তন শক্তির স্তর নির্ণয় করতে পারি। এই প্রক্রিয়ার ফলে আণবিক আবর্তন বর্ণালী দেখতে পাই। এই একই প্রকারে আমরা যদি অব-লোহিত (Infrared) বিকিরণ ব্যবহার করি, তাহলে আমরা আণবিক স্পন্দন বর্ণালী দেখতে পাব। মার্কানি আর্ক, সোডিয়াম বাতি বা হাইড্রোজেন আর্কের আলোর মত বিশেষ ধরনের বিকিরণ ব্যবহার করে ইলেকট্রনিক বর্ণালী পাওয়া যায়। উদাহরণ দিবে আমরা সাধারণ লবণ-অণুর কথা।

ট্রনিক বর্ণালীর কম্পাঙ্ক খুব বেশী। দ্বিতীয়, অণুর মধ্যস্থিত পরমাণুগুলির পারস্পরিক দূরত্বের পরিবর্তনের ফলে অণুগুলি সঙ্কুচিত ও প্রসারিত হতে পারে, ফলে অণুর মধ্যে স্পন্দন হয়। পরমাণুগুলি ভারী হওয়ার ইলেকট্রনিক গতি অপেক্ষা তাদের স্পন্দন অনেক ধীরে হয়, এই জন্যে অণুর স্পন্দন বর্ণালীর কম্পানে অনেক কম। এইভাবে আমরা দেখাতে পারি, সমগ্র অণুর আবর্তনের কম্পাঙ্ক আরও অনেক কম। ২নং চিত্রে এই তিন প্রকার আণবিক বর্ণালীর বৈশিষ্ট্য

	দূরত্ব কমে যাওয়া (কম্প্রেশন)	প্রসারিত হওয়া	দৃশ্য আলো ও অতিবেগুনী রশ্মি
তরঙ্গ দৈর্ঘ্য	$10^2 \text{ cm} - 10^4 \text{ cm}$	$10^2 \text{ cm} - 10^4 \text{ cm}$	$10^{-4} - 10^{-6} \text{ cm}$
কম্পাঙ্ক	$3 \times 10^8 - 3 \times 10^{10}$ C/sec	$3 \times 10^8 - 3 \times 10^{10}$ C/sec	$3 \times 10^{16} - 3 \times 10^{18}$ C/sec
আণবিক গতি বা আবর্তন	আণবিক আবর্তন  ○ পরমাণু	আণবিক স্পন্দন সংকোচন প্রসারণ  ○ পরমাণু	ইলেকট্রনের গতি  1 = হোজার-ইলেকট্রন

২নং চিত্র

আণবিক বর্ণালীর সাধারণ বিভাগ

বলতে পারি। এতে একটি সোডিয়াম পরমাণুর সঙ্গে একটি ক্লোরিন পরমাণু যুক্ত আছে। ঐ অণুতে তিন রকম গতি সম্ভব। প্রথম, ইলেক-ট্রনগুলি অতি দ্রুত বেগে, প্রায় আলোর গতি-বেগের সমান বেগে, ক্লোরিন ও সোডিয়াম পরমাণুর চারদিকে ঘোরে। বাইরের কোনও উপযুক্ত বিকিরণ ইলেকট্রনিক শক্তির স্তর পরি-বর্তনের পক্ষে উপযোগী হলে সোডিয়াম ক্লোরাইড অণুর দ্বারা তা শোষিত হয়ে এই অণুকে পরবর্তী উচ্চ ইলেকট্রনিক শক্তিস্তরে নিয়ে যায়। ইলেক-

ও বিভিন্ন ধরনের আণবিক গতি তালিকাভুক্ত করা হয়েছে। ৩নং চিত্রে বিভিন্ন শক্তিস্তর পরিবর্তন সম্বন্ধে বোঝানো হয়েছে।

একটি অণুর মধ্যে অসংখ্য শক্তিস্তর থাকে। অণুর মোটশক্তি = আবর্তনশক্তি + স্পন্দনশক্তি + ইলেকট্রনিকশক্তি। আবর্তন বর্ণালী থেকে আমরা অণুর গঠন সম্বন্ধে জানতে পারি। অণুর মধ্যস্থিত পরমাণুর পারস্পরিক দূরত্ব এবং তারা পরস্পরের সঙ্গে কত কোণে অবস্থিত আমরা নিখুঁতভাবে জানতে পারি। এই বর্ণালীর সাহায্যে আমরা

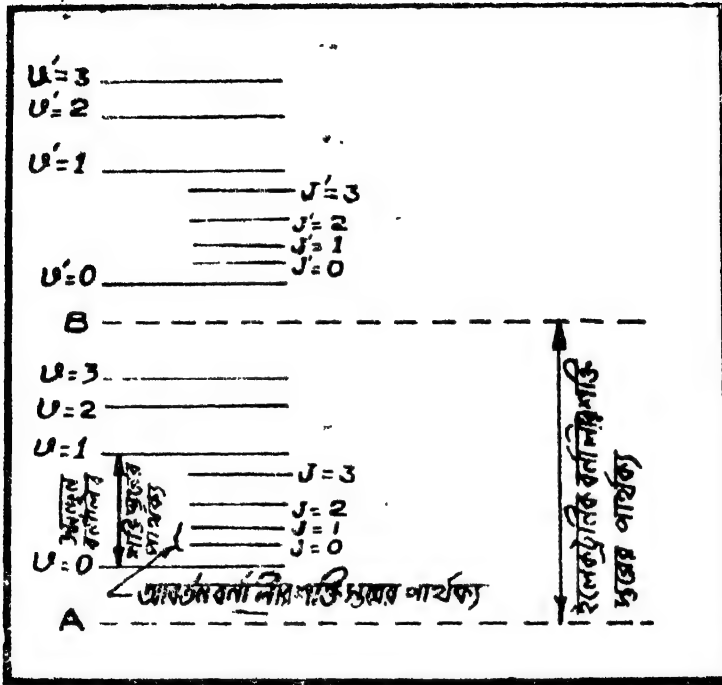
অণুর ডাইপোল মোমেন্টও (দ্বিমেরু আয়ক)

$$\mu = Z \times d$$

নির্ভুল করে জানতে পারি। এই নির্ভুলের পরিমাণ হচ্ছে 1 এক কোটি অংশের মধ্যে মাত্র এক অংশ। এই প্রসঙ্গে ডাইপোল মোমেন্ট

ডাইপোল মোমেন্টের একক (Unit) বৈজ্ঞানিক ডিবাইয়ের নামানুসারে একটি গ্রহ।

আবর্তন বর্ণালীর মত আমরা আণবিক স্পন্দন



3নং চিত্র

A, B—ইলেকট্রনিক শক্তিস্তর, v —স্পন্দনমূলক কোয়ান্টাম সংখ্যা, v -এর মান 0, 1, 2, 3 বা তদুর্ধ্ব হতে পারে। $v=0$ স্তর সর্বনিম্ন স্পন্দনস্তর (Vibrational Ground State)। J —আবর্তনমূলক কোয়ান্টাম সংখ্যা। J -এর মানও 0, 1, 2, 3 বা তদুর্ধ্ব হতে পারে। $J=0$ স্তর সর্বনিম্ন আবর্তনস্তর (Rotational Ground State)। যখন কোনও অণু বিকিরণ শোষণ করে তখন অণুর মধ্যস্থিত ইলেকট্রনিক শক্তি বৃদ্ধি পেয়ে A স্তর থেকে B স্তরে যায় অথবা স্পন্দনশক্তি বৃদ্ধি পেয়ে $v=0$ স্তর থেকে $v=1$ স্তরে যায় বা আবর্তনশক্তি বৃদ্ধি পেয়ে $J=0$ স্তর থেকে $J=1$ স্তরে যায়। বিশেষ অবস্থার অণু বিকিরণ শোষণ করে পরবর্তী উর্ধ্বস্তরে না গিয়ে উর্ধ্বতর কোন স্তরেও উত্তীর্ণ হতে পারে।

সবচেঁ কিছু বলা প্রয়োজন। অণুর আধানের আচ্ছাদনকে (Charge cloud) একটি ডাইপোল ধরে নেওয়া যায়। যদি কোনও ধনাত্মক আধান $+Z$ ও ঋণাত্মক আধান $-Z$ -এর মধ্যের দূরত্ব d হয়, তাহলে ডাইপোল মোমেন্ট হবে—

থেকেও আণবিক গঠন ও অণুর নমনীয়তা (Flexibility) সবচেঁ জানতে পারি। অবলোহিত বর্ণালী ও রামান বর্ণালী আমরা আণবিক স্পন্দনের জন্মে পাই। অবলোহিত বর্ণালীর সাহায্যে অণুর আবর্তন বর্ণালীও পরীক্ষা করা

যায়। অণুর মধ্যে বিশেষ গোষ্ঠী (Group), যেমন OH, NH ইত্যাদি থাকলে ঐ গোষ্ঠীর অবলোহিত শোষণ কম্পাঙ্ক সব সময় একই থাকে। যে কোনও অণুর সঙ্গে ঐ গোষ্ঠী যুক্ত থাকতে পারে, কিন্তু তাতে তাদের শোষণ কম্পাঙ্কের কোনও পরিবর্তন হয় না—কলে অণুগুলিকে সঠিকভাবে চিনতে পারা যায়। অবলোহিত বর্ণালীর সাহায্যে রাসায়নিক মিশ্রণ ও রাসায়নিক বিশ্লেষণও সম্ভব। কোনও অণুর স্পন্দন বর্ণালী সম্পূর্ণ জানতে হলে আমাদের ঐ অণুর রামান বর্ণালী ও অবলোহিত বর্ণালী পরীক্ষা করা দরকার, কারণ একটি আর এক-টির পরিপূরক। অণুর করেকটি স্পন্দন অবলোহিত সক্রিয় (Infrared active) বা রামান নিষ্ক্রিয় (Raman inactive) কিংবা এর ঠিক বিপরীত হতে পারে। কোনও অণুর স্পন্দন অবলোহিত সক্রিয় তখনই হবে, যখন স্পন্দিত অবস্থার অণুর ডাইপোল মোমেন্টের পরিবর্তন হবে, কিন্তু রামান বর্ণালী পেতে হলে স্পন্দিত অবস্থার অণুর ডাইপোল মোমেন্টের পরিবর্তন দরকার হয় না। সে জন্মে N_2 , O_2 , $3Cl_2$ -এর মত সমকেন্দ্রক (Homonuclear) অণুর রামান বর্ণালী পাওয়া যায়, কিন্তু অবলোহিত বর্ণালী পাওয়া যায় না। কতকগুলি অণুর (যেমন CO_2) করেকটি স্পন্দন অবলোহিত সক্রিয় ও করেকটি রামান সক্রিয়।

আরও একটি প্রক্রিয়া আমরা প্রায় ব্যবহার করি, তার নাম প্রতিপ্রভা বর্ণালী (Fluorescence Spectrum)। অণু আপতিত বিকিরণ শোষণ করে উচ্চতর ইলেকট্রনিক শক্তিস্তরে উন্নীত হলে যে সকল প্রক্রিয়ার এই অণুর উদ্ভূত শক্তি বিনষ্ট হয়, অর্থাৎ বিকিরণ নিঃসরণ করে অণুটি নিম্নস্তরে ফিরে আসে, প্রতিপ্রভা সেগুলির অন্ততম। যেরে নেওয়া বাক, একটি অণু উচ্চতর ইলেকট্রনিক শক্তির দ্বারা উত্তেজিত হয়ে কোনও উচ্চতর স্পন্দিত অবস্থার আছে। এই অণুর উদ্ভূত স্পন্দনশক্তি অণুগুলির মধ্যে পারস্পরিক সংঘর্ষে বিনষ্ট হয় ও প্রতিপ্রভা বর্ণালীর সৃষ্টি হয়। রামান বর্ণালীর সঙ্গে প্রতিপ্রভা বর্ণালীর পার্থক্য এই যে, শেষোক্ত প্রক্রিয়ার অণুটি বিকিরণ শোষণ করে ও একটি উত্তেজিত ইলেকট্রনিক শক্তিস্তরের সৃষ্টি হয়। রামান বর্ণালীতে বিকিরণ থেকে শক্তি কেবল অণুতে স্তানান্তরিত হয়, কোনও উত্তেজিত ইলেকট্রনিক অবস্থার সৃষ্টি হয় না—রামান বর্ণালী যে কোনও কম্পাঙ্কের আপতিত বিকিরণের জন্মে দেখতে পাওয়া যায়, কারণ এটি একটি আলোক বিচ্ছরণ (Light scattering) প্রক্রিয়া; কিন্তু প্রতিপ্রভা ঘটতে পারে কেবল সেই সব কম্পাঙ্কে, যে সব কম্পাঙ্কের বিকিরণ শোষণ করে অণুটি উচ্চতর ইলেকট্রনিক স্তরে উন্নীত হয়।

রামনের আবিষ্কার ও রসায়ন-বিজ্ঞানে তার প্রয়োগ

প্রিয়দারজুন রায়

অধ্যাপক রামনের সঙ্গে আমার প্রথম পরিচয় ঘটে 1919-20 সালে, আমি যখন বিশ্ববিদ্যালয় বিজ্ঞান কলেজে অধ্যাপনা করি। তিনি তখন সবেমাত্র ঐ কলেজের পদার্থ-বিজ্ঞান বিভাগে পালিত অধ্যাপক নিযুক্ত হয়েছেন। কিন্তু তাঁর গবেষণার কাজ চলত বহুবাজারে ডাঃ মহেন্দ্রলাল সরকার প্রতিষ্ঠিত ইণ্ডিয়ান অ্যাসোসিয়েশন ফর কালটিভেশন অফ সারেল-এর পরীক্ষাগারে। এই প্রতিষ্ঠানের সংলগ্ন একটি ভাড়াটে বাড়িতে তিনি তখন বাসা নিয়েছিলেন। ঐ সময়ে আমারও বাসা ছিল তারই খুব নিকটে।

একথা হরতো সবাই জানেন, ডক্টর রামন প্রথমে অ্যাকাউন্টেন্ট জেনারেল অফিসে উচ্চপদস্থ কর্মচারী ছিলেন এবং অদূর ভবিষ্যতে তাঁর অ্যাকাউন্টেন্ট জেনারেল হবার সম্পূর্ণ সম্ভাবনা ছিল। পালিত অধ্যাপক নিযুক্ত হবার আগেও তিনি বহুবাজারের অ্যাসোসিয়েশনে অবসর সময়ে বিজ্ঞান গবেষণার গভীরভাবে নিমগ্ন থাকতেন। বৈজ্ঞানিক সত্যাত্মবোধের গভীর আগ্রহে তিনি লোভনীয় সরকারী কাজ পরিত্যাগ করে অল্প বেতনে পালিত অধ্যাপকের পদ গ্রহণ করেন। তখন তিনি মাদ্রাজ বিশ্ববিদ্যালয়ের এম. এ. ডিগ্রী-ধারী পদার্থ-বিজ্ঞানের একজন কৃতী গবেষক মাত্র। ঐ বয়সেই তিনি তাঁর গবেষণার মৌলিকত্বের পরিচয় দেন। ঐ সময়ে কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের উপাচার্য ছিলেন স্বনামধন্য আন্ততোর মুখোপাধ্যায়। তাঁর গুণগ্রাহিতা ও উপযুক্ত ব্যক্তি নির্বাচনের অসাধারণ ক্ষমতা ছিল সুবিদিত। তাই তিনি রামনকে পালিত অধ্যাপক হিসাবে নিযুক্ত করার অনেকে প্রথমে বিমিত হয়েছিলেন। কিন্তু

নির্বাচনের পরিণাম কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের পক্ষে যে কত বড় গৌরবের বিষয় হয়েছে, সে কথা বলা বাহুল্য।

অধ্যাপক রামন প্রত্যহ সন্ধ্যাবেলায়, অনেক সময় প্রত্যুষেও গড়ের মাঠে হেঁটে বেড়াতে যেতেন। প্রায়ই খালি পায়ে ও নিজের মাদ্রাজী পোষাকে তাঁর চলাফেরার অভ্যাস ছিল। আমিও প্রায় সন্ধ্যায় ময়দানে বেড়াতে যেতাম—অনেক সময় তাঁর সঙ্গে। বৈজ্ঞানিক সত্য সন্ধানে তাঁর যে কি গভীর নিষ্ঠা ও একাগ্রতা, সে সময় আমি তার পরিচয় পেয়েছিলাম। বহুবাজার থেকে ময়দানে যাবার সময় সারা গায়ে তিনি তাঁর তৎকালীন গবেষণার বিষয় আমাকে বোঝাতে চেষ্টা করতেন। তাতে তাঁর কি অপূর্ব উৎসাহ ও আত্মবিশ্ফোরণ আমি লক্ষ্য করেছি, তা বলবার নয়। সারা জীবন বিজ্ঞানের সাধনায় তাঁর এই ঐকান্তিক নিষ্ঠা ও অবিচলিত একাগ্রতা তিনি সম্পূর্ণ রক্ষা করে গেছেন অনন্তমনা হয়ে। রাজ্য সরকারের সম্মান বা উচ্চপদের প্রলোভন, ক্ষমতা বা অর্থের মোহ তাঁকে বিজ্ঞানের পথ থেকে বিচলিত করতে পারে নি। এরূপ সম্পূর্ণ-ভাবে বিজ্ঞানের সাধনা, জীবনের শেষ দিন পর্যন্ত আত্মসমর্পিত জীবনযাপনের দৃষ্টান্ত আমাদের দেশের আধুনিক বিজ্ঞানের ইতিহাসে বিরল বললে অত্যুক্তি হবে না।

তাঁর দীর্ঘ জীবনব্যাপী পদার্থ-বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখায় গবেষণার বিবরণ দেবার অধিকার আমি দাবী করতে পারি না। তাই বর্তমান অবস্থায় রামনের আবিষ্কার ও আপবিক গঠন নির্ণয়ে তাঁর অবদান সংক্ষেপে সংক্ষেপে কিছু বলবার অভিপ্রায় করছি।

একথা হয়তো কারো অজানা নয় যে, রামনের পরীক্ষা ও তার প্রয়োগ বিজ্ঞানের ইতিহাসে একটি বিশেষ উল্লেখযোগ্য ঘটনা। এর ফলে অধ্যাপক রামন নোবেল পুরস্কার লাভ করেন। বিজ্ঞানের বহু শাখায় ব্যাপকভাবে এর প্রয়োগ দেখা যায়। এখন আমরা এসবকে যৎকিঞ্চিৎ আলোচনার অগ্রসর হবো।

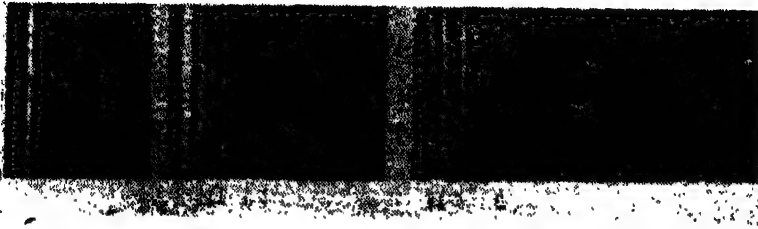
রামনের আবিষ্কার বিশ্বের বিজ্ঞানী মহলে রামন প্রক্রিয়া-ফল (Raman Effect) নামে অভিহিত। বাবতীয় বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারের মত রামনের আবিষ্কারেরও একটি ইতিহাস আছে। মার্কিন বিজ্ঞানী অধ্যাপক এ. এইচ. কম্পটন (A. H. Compton) ১৯১৯-২০ সালে কোন নির্দিষ্ট তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের বা কম্পনসংখ্যার রঞ্জন-রশ্মি (X-rays) জড় বস্তুর মাধ্যমে পরিচালিত করে দেখতে পান যে, তা থেকে বহির্গত তরঙ্গ-রশ্মির কয়েকটির তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের বৃদ্ধি বা তাদের কম্পনসংখ্যার হ্রাস ঘটেছে। একথা তখন জানা ছিল যে, জড় পরমাণুর সঙ্গে রঞ্জন রশ্মির সংঘাতের ফলে তা থেকে ইলেকট্রন বিচ্ছিন্ন অবস্থায় বিকীর্ণ হয়। তিনি আরও দেখলেন যে, ঐ বিকীর্ণ ইলেকট্রনের গতিশক্তির পরিমাণ রঞ্জন রশ্মির কম্পনসংখ্যার হ্রাসজনিত শক্তির পরিমাণের সঙ্গে হুবহু মিলে যায়। রঞ্জন রশ্মি যে কণিকা ধর্ম গ্রহণ করতে পারে—কম্পটনের এই পরীক্ষা হলো তার প্রমাণ। কারণ ছুটি জড় কণিকার সংঘাত ঘটলে তাদের শক্তিসমষ্টির কোন ব্যতিক্রম হয় না। একটি শক্তি যে পরিমাণে বাড়ে, অঙ্কটির শক্তি ঠিক সে পরিমাণে কমে যায়। এই আবিষ্কারকে কম্পটন প্রক্রিয়া-ফল (Compton Effect) বলা হয়। এই আবিষ্কারের জন্তে তিনি নোবেল পুরস্কার লাভ করেন।

কম্পটনের আবিষ্কারের বিবরণী পাঠ করে অধ্যাপক রামন বলনা করলেন যে, হয়তো দৃষ্ট আলোকের বেলায়ও অনুরূপ ঘটনা ঘটতে

পারে। এই সিদ্ধান্ত করেই তিনি তাঁর গবেষণা শুরু করেন। বহুবাজারে ইণ্ডিয়ান অ্যানালোসিস-শনের পরীক্ষাগারে একটি অতি সেকেন্দ্রে বর্ণালী-বীক্ষণ যন্ত্র (Spectroscope) নিয়ে কৃষ্ণান প্রমুখ ছাত্রদের সঙ্গে তিনি পরীক্ষার নিম্ন হন। কোন নির্দিষ্ট তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের বা কম্পনসংখ্যার দৃষ্ট আলোক-তরঙ্গ বিবিধ স্বচ্ছ জড় পদার্থের মাধ্যমে পরিচালিত করে তার কম্পনসংখ্যা তিনি পরিমাপ করতে আরম্ভ করেন। গোড়াতে জৈব তরল পদার্থ, যথা—সুন্নাসার, গ্লিসারিন ইত্যাদি নিয়ে তিনি পরীক্ষা করেন। পরবর্তী কালে বরফ, অতি-স্বচ্ছ কাচ—এমন কি, অবশেষে হীরকও তিনি এই পরীক্ষায় ব্যবহার করেন। পরীক্ষার ফলে তিনি দেখতে পান, কম্পটনের পরীক্ষার অনুরূপ উদ্ভাসী দৃষ্ট আলোক-তরঙ্গের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি বা কম্পন-সংখ্যার হ্রাস ঘটে। কিন্তু অনেক সময়ে দেখা যায় যে, সঙ্গে সঙ্গে উদ্ভাসী দৃষ্ট আলোকরশ্মির দৈর্ঘ্যের হ্রাস বা কম্পনসংখ্যার বৃদ্ধিও ঘটে। এখানে কম্পটনের পরীক্ষার ফলের সঙ্গে রামনের পরীক্ষার ফলের প্রভেদ দেখা যায়। কারণ রঞ্জন রশ্মি যেমন জড় কণিকা থেকে ইলেকট্রন বিচ্ছিন্ন করতে পারে, দৃষ্ট আলোক রশ্মির বেলায় তা সাধারণতঃ সম্ভব নয়। এই প্রসঙ্গে বলা যায় যে, জড়গুণ সঙ্গে আলোক-তরঙ্গের সংঘাতে তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য যে বদলে যেতে পারে, তার গাণিতিক ব্যাখ্যা দিচ্ছেলেন জার্মান বিজ্ঞানী স্মেকেল (Smekel) ১৯২৩ সালে। অধ্যাপক রামনের পরীক্ষার ফল প্রকাশিত হয় ১৯২৮ সালে।

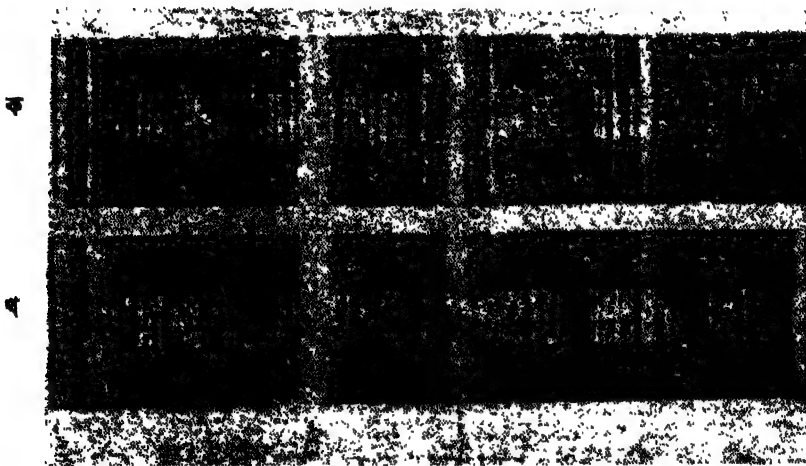
গোড়াতে এই পরীক্ষার ফলের ব্যাখ্যা নিয়ে বিজ্ঞানীদের মধ্যে নানা মতবাদের সৃষ্টি হয়। পরিশেষে বহুবিধ গবেষণার ফলে এই সিদ্ধান্ত হলো যে, জড়গুণ আত্যন্তরীণ স্বকম্পন বা স্বতঃস্ফূর্ততার সঙ্গে উদ্ভাসী আলোক রশ্মির শক্তি বিনিময় ঘটে। একারণে উদ্ভাসী আলোক রশ্মির কম্পন সংখ্যার হ্রাস ও অবস্থাবিশেষে বৃদ্ধিও ঘটতে

পারে। প্রত্যেক জড়গুণ অন্তর্নিহিত কতকগুলি অন্তর্নিহিত কম্পনসংখ্যার খবর পাওয়া যায়। নির্দিষ্ট স্বাভাবিক কম্পনসংখ্যা থাকে। যে ক্ষেত্রে এসব অন্তর্নিহিত কম্পনসংখ্যা জড়গুণ মধ্যে জড়গুণ কোন নির্দিষ্ট স্বকম্পন শক্তি থেকে উদ্ভাসী পরমাণুর গঠনটৈবশিষ্টের খবর দিতে পারে। আলোক রশ্মি শক্তি গ্রহণ করে, সে অবস্থায় একারণে রসায়ন-বিজ্ঞানে রাসনের আবিষ্কারের



1নং চিত্র

আলোকদীপ্ত কার্বন টেট্রাক্লোরাইডের রাসন বর্ণালী



2নং চিত্র

সুরাসারের (নির্জল কোহল) রাসন বর্ণালী

(ক) কিলটার সহিত

(খ) কিলটার ব্যতীত

তার কম্পনসংখ্যা বেড়ে যায়। আবার যে ক্ষেত্রে বহুল প্রয়োগ দেখা যায়। আংশিক গঠন, উদ্ভাসী আলোক রশ্মির শক্তি গ্রহণ করে জড়গুণ বোজনসংখ্যা ও বোজনশক্তির পরিমাণ এ থেকে অন্তর্নিহিত কোন স্বাভাবিক কম্পনসংখ্যা উচ্চতর নির্ধারিত হয়। রাসনের পরীক্ষায় পরিবর্তিত তরে উন্নীত হয়, সে অবস্থায় উদ্ভাসী আলোক-আলোক রশ্মিকে রাসন রশ্মি বলা হয়। রশ্মির কম্পনসংখ্যা কমে যায়। এ থেকে অণুর একথা বলা বাহুল্য, কম্পটনের পরীক্ষার মত

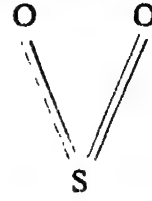
একত্রেও দৃশ্য আলোক রশ্মির অধিকাংশই অপরিবর্তিত অবস্থায় জড়বস্তুর মাধ্যম থেকে বেরিয়ে আসে, শুধু অল্প কয়েকটি জড়বস্তুর স্বাভাবিক স্বকম্পনের সঙ্গে শক্তি বিনিময় করবার সুযোগ পায়। ফলে দেখা যায়, রামন প্রক্রিয়ার বর্ণালী-চিত্রে অবস্থাবিশেষে একটি গাঢ় উদ্ভাসী আলোক রশ্মির কম্পনসংখ্যার রেখার দক্ষিণে বা বামে কিংবা উত্তর পার্শ্বে একটি কীণ রেখা ফুটে উঠেছে। কখনও কখনও উদ্ভাসী আলোক রশ্মির কম্পন-সংখ্যার রেখার উত্তর পার্শ্বে দুটি কীণ রেখাও দেখা যায়। 1 ও 2নং চিত্রে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড এবং সুরাসারের রামন প্রক্রিয়া-ফলের বর্ণালী দেখানো হয়েছে।

রামন প্রক্রিয়া-ফলের প্রয়োগের সহজ দৃষ্টান্ত দিলে সাধারণের পক্ষে বিষয়টি বোঝবার সুবিধা হবে।

(1) গন্ধক (Sulfur) পোড়ালে গন্ধক পরমাণুর সঙ্গে বাতাসের অক্সিজেন পরমাণুর সংযোগ ঘটে একটি তীব্র গন্ধক-গ্যাস সৃষ্টি হয়। তাকে বলা হয় সালফার ডাইঅক্সাইড (SO_2)। এই গ্যাসের প্রত্যেক অণুতে একটি গন্ধক-পরমাণুর সঙ্গে দুটি অক্সিজেন-পরমাণু সংযুক্ত থাকে। এখন এই তিনটি অণুকে সরল রেখায় সাজানো যায় :



অথবা V-এর আকারে সাজানো যায়



এই দুটি গঠনের মধ্যে কোনটি ঠিক, তার সত্যতা নিরূপণ করা যায় রামন প্রক্রিয়া-ফলের বিচারে। V-এর আকারে গঠিত অণুটির তিনটি স্বকম্পন সম্ভব। রামন প্রক্রিয়া-ফলে এই তিনটি স্বকম্পনই ধরা পড়ে। সুতরাং বলা যায় যে, SO_2 অণুর গঠন V-আকারের। (2) কার্বন মনোক্সাইডের (CO) অণুতে একটি কার্বন (C) পরমাণুর সঙ্গে একটি অক্সিজেন-পরমাণু (O) যুক্ত থাকে। উত্তরের মধ্যে বোজন-সংখ্যা পূর্বে একক সংখ্যার দ্বিগুণ বলে মনে করা হতো, অর্থাৎ অণুর গঠন লেখা হতো $C=O$ । রামনের পরীক্ষার দেখা গেল, এর বোজন-শক্তি অন্ত্যাত্ত জৈব পদার্থের $C-O$ -এর স্বাভাবিক কম্পন-শক্তির দেড় গুণ। সুতরাং কার্বন মনোক্সাইড অণুর কার্বন ও অক্সিজেন পরমাণুর মধ্যে বোজন-সংখ্যা হলো 3। অতএব তার গঠন হলো $C \equiv O$ । এই তথ্য অন্ত্যাত্ত পরীক্ষার ফলেও সমর্থিত হয়েছে।

পদার্থবিজ্ঞান বিভিন্ন শাখায় অধ্যাপক রামনের অবদান

ব্রজানন্দ দাশগুপ্ত*

রামন একেই আবিষ্কারের জন্য অধ্যাপক চন্দ্রশেখর ভেঙ্কট রামনের নাম সুপরিচিত। পত্রিকায় বর্তমান সংখ্যায় অন্তত ঐ একেই বিষয় বিশদভাবে আলোচিত হইয়াছে। ঐ বিষয় ছাড়াও পদার্থবিজ্ঞান বিভিন্ন শাখায় অধ্যাপক রামন গুরুত্বপূর্ণ মৌলিক গবেষণা করিয়াছিলেন। বর্তমান প্রবন্ধে সেই সব গবেষণার সংক্ষিপ্ত পরিচয় দিবার চেষ্টা করা হইবে। 1938 সাল পর্যন্ত তাঁর গবেষণার পর্যালোচনাতেই দেখা যায় যে, রামন একেই আবিষ্কার ও তৎসম্পর্কে পরীক্ষা দি ছাড়া তিনি প্রায় 14টি বিভিন্ন বিষয়ে নিজে প্রায় একশত পঁচিশটি গবেষণা-পত্র প্রকাশ করিয়াছেন। তাঁহার ছাত্রেরা সেই সময়ে প্রায় চারিশত গবেষণা-পত্র প্রকাশ করিয়াছিলেন।

রামনের প্রথম গবেষণা-নিবন্ধ 1906 সালে ইংল্যান্ডের অন্ততম শ্রেষ্ঠ গবেষণা-পত্রিকা 'দ্য ফিলোসফিক্যাল ম্যাগাজিন'-এ প্রকাশিত হয়। এই নিবন্ধে তিনি ত্রিকোণ কাচ ফলকের উপর অতি তীক্ষ্ণভাবে প্রতিফলিত আলোক রশ্মিতে অসম ব্যবর্তন স্তর (Diffraction band) পর্যবেক্ষণের কথা প্রকাশ করেন। মাত্রাজে প্রেসিডেন্সী কলেজে এম. এ. ক্লাসের ছাত্র থাকি অবস্থাতেই তিনি মৌলিক গবেষণা-কার্য আরম্ভ করিয়াছিলেন। রামনের দ্বিতীয় নিবন্ধ 1907 সালে উক্ত পত্রিকায় প্রকাশিত হয়, বিষয়—The curvature method of determining surface tension of a liquid—এই নিবন্ধেই রামনের পরীক্ষা-পদ্ধতির মৌলিকতার পরিচয় পাওয়া যায়। এই সময়ে (1907 সাল) তাঁহার তৃতীয় গবেষণা-নিবন্ধ

ইংল্যান্ডের 'নেচার' পত্রিকায় প্রকাশিত হয়, New-ton's ring in polarised light.

1907 সালে রামন কিঞ্চিদধিক অষ্টাদশ বর্ষ বয়সে কলিকাতার Assistant Accountant General-এর পদ গ্রহণ করেন। এই সময় হইতে 1917 সালে কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ে পদার্থবিজ্ঞান বিভাগে পালিত অধ্যাপকের পদ গ্রহণ করিবার পূর্ব পর্যন্ত রামন প্রধানতঃ শব্দ-বিজ্ঞান, বাস্তবত্বের শব্দতত্ত্ব ও আলোর তরঙ্গ-ধর্মের উপর গবেষণা করেন। 1909 সালে নেচার, ফিলোসফিক্যাল ম্যাগাজিন এবং ফিজিক্যাল রিভিউ পত্রিকায় তাঁহার বহু প্রবন্ধ প্রকাশিত হয়। 1918 সালে প্রকাশিত 'বুলেটিন অব দি ইণ্ডিয়ান অ্যাসোসিয়েশন ফর দি কালটিভেশন অব সায়েন্স'-এ তিনি বিস্তৃতভাবে বেহালা প্রভৃতি বাস্তবত্বের তারের কম্পনতত্ত্ব ও পরীক্ষণিক প্রমাণ প্রকাশ করেন। এই প্রসঙ্গে বেহালায় ছেঁড়ের (Bow) দ্বারা পরিচালিত বিন্দুর (Bowed point) গতি, সোয়ারির (Bridge) অবস্থানের সঙ্গে তার ও বেহালায় প্রধান অংশের কম্পনের সংযোজন (Coupling) প্রভৃতি বিষয়ে মৌলিক গবেষণা করেন। ধারাবাহিকতাহীন তরঙ্গ-গতি (Dis-continuous wave motion) সম্পর্কে বিস্তারিত গবেষণা 1917 সালে ফিলোসফিক্যাল ম্যাগাজিনে প্রকাশিত হয়। 1927 সালে তিনি 'Handbuch der physik'-এ প্রকাশের জন্য বাস্তবত্বের শব্দ তত্ত্বের উপর প্রবন্ধ রচনা করেন।

১৯১৭ সালে কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ে যোগদান করিবার পর অধ্যাপক রামেন পদার্থবিজ্ঞান অত্যন্ত বহু শাখায় গবেষণার মনোনিবেশ করেন। এই সময় হইতেই তিনি পদার্থের অণুসমূহ কর্তৃক আলোক বিচ্ছুরণ (Scattering) তত্ত্বে আকৃষ্ট হন।

১৯১৯ সালে অধ্যাপক রামেন 'নেচার' পত্রিকায় The Doppler effect in Molecular Scattering of radiation শীর্ষক গবেষণা-পত্র প্রকাশ করেন। ১৯২১ সালে নেচার পত্রিকায় The colour of the sea নামক আণবিক বিচ্ছুরণ সংক্রান্ত দ্বিতীয় পত্র প্রকাশিত হয়। এই পত্রে তিনি সমুদ্র জলের নীল রঙের কারণ সম্পর্কিত কয়েকটি পরীক্ষার উল্লেখ করেন। লর্ড র‍্যালের সমুদ্র-জলে নীল আকাশের প্রতিফলনকে সমুদ্রের নীল রঙের কারণ বলিয়া উল্লেখ করিয়াছিলেন। রামেন দেখাইলেন যে, ভূমধ্যসাগর এবং লোহিত সাগরের জল লইয়া পরীক্ষা করিবার সময় সমুদ্র-জলে আকাশের নীল আলোর প্রতিফলন বন্ধ রাখিলে সমুদ্র-জলের নীল বর্ণ হ্রাস পায় না, বরঞ্চ উজ্জ্বলতর হইয়া ওঠে। ইহার কারণ হিসাবে তিনি বলেন সমুদ্র-জলের মধ্য দিগে আলোর গতিপথে আলোক বিচ্ছুরিত হয় এবং জলের অণুসমূহ এই বিচ্ছুরণ ঘটায়।

আলোকের আণবিক বিচ্ছুরণের সাহায্যে কেলসের অভ্যন্তরস্থ অণুসমূহের তাপচাকল্য পর্যবেক্ষণ সম্পর্কিত গবেষণা-পত্র ইহার পরে প্রকাশিত হয়। অসমসত্ত্ব মাধ্যমে আলোর বিচ্ছুরণ প্রসঙ্গে তিনি আইনষ্টাইন-শ্রোমল্টাউশকি সূত্রের প্রয়োগ করেন। ১৯২২ সালে 'নেচার' পত্রিকায় প্রকাশিত Diffraction by molecular structure and Quantum Structure of Light শীর্ষক পত্রে তিনি গ্যাসীয় পদার্থের সঙ্কট তাপ-মাত্রার নিম্নে তাহা কর্তৃক আলোক বিচ্ছুরণের পরীক্ষার ফল প্রকাশ করেন এবং পরীক্ষালব্ধ ফল ও তাত্ত্বিক সূত্রগত ফলের ভিন্নতা হইতে আলোর

ফোটন প্রকৃতি সম্পর্কে আলোচনা করেন। রামেনের এই আলোচনা অত্যন্ত মৌলিক চিন্তার পরিচায়ক। কম্পটন বিচ্ছুরণের তত্ত্ব তখনও প্রকাশিত হয় নাই।

বায়ুগুলের অণুসমূহ কর্তৃক বিচ্ছুরিত আলোর সমবর্তন (Polarisation) পরীক্ষা করিয়া রামেন দেখিলেন যে, বিচ্ছুরিত আলো আংশিক সমবর্তিত। ইহা হইতে রামেন অনুমান করিলেন যে, অণুর মধ্যে আলোক রশ্মির ক্ষেত্রে দিকসাম্যের (Isotropy) অভাব আছে। এই দিকসাম্যহীনতার উপর ভিত্তি করিয়া তিনি ১৯২৪ সালে কে. এস. কৃষ্ণানের সহিত তরল পদার্থের দ্বারা আলোক বিচ্ছুরণের বিস্তৃত তাত্ত্বিক ব্যাখ্যা প্রদান করেন। আণবিক বিচ্ছুরণ সংক্রান্ত পরীক্ষাসমূহ হইতেই ১৯২৪ সালে রামেন একেটের আবিষ্কার সম্ভব হইয়াছিল।

রামেন যুগপৎ একই সময়ে পদার্থের গঠন, চৌম্বক ধর্ম এবং রঞ্জন রশ্মির বিচ্ছুরণ সংক্রান্ত বহু গুরুত্বপূর্ণ কাজ করেন। তিনি ১৯২২ সালে ২রা কেন্দ্রারী নেচার পত্রিকায় অনিয়তাকার (Amorphous) কঠিন পদার্থের আণবিক গঠন ও বিস্তার সম্পর্কিত একটি পত্র প্রকাশ করেন। অধ্যাপক রামেন সে সময়ে পদার্থের গঠন ও আণবিক বিস্তার সম্প্রাপ্ত বহু মৌলিক সমস্তার সমাধানে সচেষ্ট ছিলেন। দৃষ্টান্তরূপে বলা বাইতে পারে, ১৯২৩ সালের নেচার পত্রিকায় প্রকাশিত একটি পত্রে তিনি কেলসিত পদার্থের তরল পদার্থে অবস্থান্তর ঘটিলে কেলসের অণুবিস্তার কিরূপে বিপর্যস্ত হয় এই মৌলিক প্রশ্ন উপস্থাপিত করেন এবং আলোক বিচ্ছুরণের সাহায্যে এই রহস্য উদ্ঘাটনের উপায় সম্পর্কে ইঙ্গিত প্রদান করেন। বিভিন্ন পদার্থের রঞ্জন রশ্মির ব্যবর্তন (Diffraction) সম্পর্কিত পরীক্ষা ১৯২৭ সালে নেচার এবং ইণ্ডিয়ান জার্নাল অব ফিজিক্স-এ প্রকাশিত হয়।

1928 সালে ইণ্ডিয়ান জার্নাল অব কিজিঙ্গে প্রকাশিত একটি প্রবন্ধে অধ্যাপক রামন রঞ্জন রশ্মির কম্পটন বিচ্ছুরণের তাত্ত্বিক ব্যাখ্যা প্রদান করেন। এই প্রসঙ্গে কম্পটন ও ডিভাই কর্তৃক প্রদত্ত ব্যাখ্যা—ফোটনকণা ও ইলেকট্রনের সংঘাতের কালে ফোটনের তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন—তিনি গ্রহণ করেন নাই। এই প্রবন্ধে আলোকের ক্লাসিক্যাল তরঙ্গ-চিত্রই গ্রহণ করিয়াছেন।

এই সময়ে পদার্থের তিরস্কৃষকত্ব (Diamagnetism) এবং কেলাস গঠন সম্বন্ধেও তিনি বহুবিধ গবেষণা করেন। পরীক্ষার দ্বারা তিনি দেখাইয়াছিলেন যে, কেলাসিত অবস্থার পদার্থের তিরস্কৃষকীয় গ্রাহিতা (Diamagnetic susceptibility) বেশী, তাপমাত্রার আধিক্যে কেলাসের অণুর বিভাস বিপর্যস্ত হয় এবং তিরস্কৃষকীয় গ্রাহিতা হ্রাস পায়। 1929 সালে নেচার পত্রিকায় প্রকাশিত এক পত্রে তিনি ব্যতিক্রমী তিরস্কৃষকতার (Anomalous diamagnetism) ব্যাখ্যা প্রদান করেন।

অধ্যাপক রামন দীর্ঘদিন ধরিয়া তীব্র বৈদ্যুতিক ও চৌম্বক ক্ষেত্রে আলোর দ্বিপ্রতিসরণ

(Optical birefringence) সম্পর্কে অন্বেষণ করেন। এই প্রসঙ্গে 1927 সালে অধ্যাপক রামন এবং কে. এস. কৃষ্ণান অ্যানালিটিক বোঁগ-সমূহের মধ্যে Cotton-Mouton প্রভাব সম্পর্কে পরীক্ষা করেন। পদার্থের আপবিক বিভাস ও অণুর দিকসাম্যহীনতার (Anisotropy) উপর ভিত্তি করিয়া তিনি এবং কে. এস. কৃষ্ণান চৌম্বক ক্ষেত্র সজ্জাত ও বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র সজ্জাত দ্বিপ্রতিসারিত্বের তাত্ত্বিক ব্যাখ্যা প্রদান করেন। 1927 সালে 'প্রসিডিংস অব দি রয়েল সোসাইটি'তে তাহা প্রকাশিত হয়।

1931 সালে ইণ্ডিয়ান জার্নাল অব কিজিঙ্গে রামন ভগবন্তম-এর সহযোগিতায় প্রকাশিত একটি প্রবন্ধে ফোটনের স্পিন নির্ধারণ করিবার বিখ্যাত পরীক্ষা সম্পন্ন করেন। ইহার পরে তিনি হীরকের ত্বোঁত ধর্ম ও তাহার মধ্যে আলোক রশ্মির গতি সম্পর্কে বিস্তৃত গবেষণা করেন। বর্তমান প্রবন্ধের আলোচ্য বিষয় না হইলেও প্রসঙ্গতঃ বলা চলে যে, তিনি জীবনের শেষ ভাগে দৃষ্টি, চোঁখে বিভিন্ন বর্ণের অহুঁত্ব প্রভৃতি শারীরতত্ত্ব বিষয় সংক্রান্ত গবেষণায় ব্যাপ্ত ছিলেন।

অধ্যাপক রামন প্রসঙ্গে

প্রভাসচন্দ্র কর*

সিটি কলেজের অবসরপ্রাপ্ত অধ্যাপক ৮জিভেন্দ্রনাথ সেন এক সময়ে ডাঃ মহেন্দ্রলাল সরকার প্রতিষ্ঠিত বহুবাজারের ইণ্ডিয়ান অ্যাসোসিয়েশন কর দি কালটিভেশন অব সায়েন্স-এর গবেষণাগারে পদার্থ-বিজ্ঞান বিভাগে অধ্যাপক রামনের অন্ততম সহকর্মী ছিলেন। তাঁর পৃষ্ঠপোষকতার পত্র মাধ্যমে অধ্যাপক রামনের সঙ্গে সামান্য পরিচিত হবার সৌভাগ্য আমার হয়। তারই পরিপ্রেক্ষিতে অধ্যাপক রামনের মানবতা ও আদর্শের কয়েকটি দিকে ভুলে ধরার উদ্দেশ্যে এই নিবন্ধের অবতারণা।

নোবেল পুরস্কারপ্রাপ্তিতে প্রতিক্রিয়া

1930 সালে নোবেল পুরস্কার লাভের খবর বিনি সর্বপ্রথম অধ্যাপক রামনকে জানান, তিনি হচ্ছেন রয়টারের কলকাতা কার্যালয়ের ঐকালিনিক বিশ্বাস। এই প্রসঙ্গে ঐ বিশ্বাস 2রা ডিসেম্বর (1970) Amrita Bazar Patrika যা লিখেছেন, তা থেকে জানা যায় (বঙ্গানুবাদ)—‘1930-এ যখন অধ্যাপক রামন পদার্থবিজ্ঞান নোবেল পুরস্কার পেলেন, তখন আমি রয়টার এবং অ্যাসোসিয়েটেড প্রেস অফ ইণ্ডিয়ার কলকাতা কার্যালয়ের সঙ্গে যুক্ত ছিলাম। এজেলির কর্ককর্তা মিঃ টার্নার তখন ঘটনাক্রমে কলকাতায় ছিলেন। মিঃ টার্নার আমার উপর তার দিলেন বহুবাজার ইণ্ডিয়ান অ্যাসোসিয়েশন কর দি কালটিভেশন অফ সায়েন্স-এর প্রদান কেজ্রে (এখন যেখানে গোয়েন্দা কলেজ অফ কমার্স) রয়টারের টেলিগ্রামের নকল নিয়ে অধ্যাপক রামনের সঙ্গে দেখা করতে। এই টেলিগ্রামে

ঘোষণা করা হয়েছিল—কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের পালিত অধ্যাপক রামনকে পদার্থ-বিজ্ঞানে নোবেল পুরস্কার প্রদান করা হয়েছে। তখন এই অ্যাসোসিয়েশনেই অধ্যাপক রামন থাকতেন। সমগ্র দৃষ্টিটির প্রত্যেকটি খুঁটিনাটি আমার মনে রয়েছে। বৈশিষ্ট্যপূর্ণ পাগড়ীপরিহিত অধ্যাপক রামন এই সংবাদ শুনে চেয়ার থেকে লাফিয়ে উঠে বন্ধেমাতরম বলে আমাকে বুকে জড়িয়ে ধরলেন।’

অধ্যাপক রামন ও কলকাতা

অধ্যাপক রামনের ঘটনাবহুল জীবনের এক বিরাট অংশ অতিবাহিত হয়েছিল কলকাতায় বাঙালী জীবনের সঙ্গে তাঁর পরিচয় ছিল নিবিড়। রবীন্দ্রনাথের সপ্ততি বৎসর পুষ্টি উপলক্ষে কলকাতা ও বাংলা দেশের বিশিষ্ট ব্যক্তিদের যে বিজ্ঞপ্তি প্রকাশিত হয়েছিল, তাতে স্বাক্ষরকারীদের অন্ততম ছিলেন অধ্যাপক সি. তি. রামন। তাঁর স্বাক্ষরের আর একটি বৈশিষ্ট্য হলো এই যে, সেটি ছিল তাঁর মাতৃভাষার অক্ষরে।

কলকাতা মহানগরীর প্রতিও তাঁর অহুসার ক্রম ছিল না। তিনি বলতেন, ‘মহানগরীগুলি বিজ্ঞা ও পাণ্ডিত্যের সহায়ক পারিপার্শ্বিকতা সৃষ্টি করে না। পৃথিবীতে শুধু দুটি মহানগরী আছে, যেখানে কৃষ্টি ও বিজ্ঞাচর্চা বর্ধাবধভাবে চলতে পারে। এক প্যারিস ও দুই কলকাতা।’

[প্রবাসী, পৌষ, 77]

ডাঃ মহেন্দ্রলাল সরকারের বহুবাজারের

গবেষণাগারের সঙ্গে প্রথম জীবন থেকে অধ্যাপক রায়নের নিরবচ্ছিন্ন সম্পর্ক ছিল। 1950 সালে যখন এই সংস্থা বাণবপুরে নতুন ভবনে স্থানান্তরিত হলো, সেই থেকে তিনি এর সঙ্গে সকল সংশ্লিষ্ট ত্যাগ করেন। এই প্রসঙ্গে Statesman পত্রিকা (নভেম্বর 22, 1970) লেখেন, 'হয়তো অধ্যাপক রায়নের এই আচরণ কম আশ্চর্যজনক মনে হবে, যদি আমরা চিন্তা করে দেখি, এই বহুবাজারের স্ট্রীটের বাড়িতেই তিনি 'রায়ন একেই' সংক্রান্ত গবেষণা করেন এবং এই রায়ন একেই তাঁকে আন্তর্জাতিক স্বীকৃতি ও নোবেল পুরস্কার এনে দিয়েছিল।' কলকাতার অবস্থানের সময় তিনি শুধু বিজ্ঞান গবেষণায় ব্যাপ্ত থাকেন নি। যত দূর জানি, চৈতন্য লাইব্রেরী, ওরিয়েন্টাল সেমিনারী, বাণবপুর বিশ্ববিদ্যালয় ইত্যাদি প্রতিষ্ঠানের বিশেষ অধ্যক্ষ উপলক্ষে তিনি সানন্দে উপস্থিত হতেন।

কলকাতার সঙ্গে অধ্যাপক রায়নের নিবিড় সম্পর্ক ছিল। Amrita Bazar Patrika-ব (ডিসেম্বর 2, 1970) শ্রীকালিদাস বিশ্বাস লিখেছেন, 'আমার বেশ মনে আছে, ব্যাঙ্কালোরে তাঁর (রায়নের) কর্মক্ষেত্র স্থানান্তরিত করার কয়েক বছর পরে তিনি একবার কলকাতায় এসেছিলেন। তিনি সে দিন ব্রিটিশ ইণ্ডিয়ান স্ট্রীটের বড় রাস্তা দিয়ে হেঁটে যাচ্ছিলেন। Statesman-এর শ্রী কে. সি. ঘোষ ও আমি সেই মুহূর্তে কাছে ছিলাম। আমরা তাঁকে দেখামাত্র তাঁর কাছে ছুটে গেলাম। তিনি থামলেন এবং আগেকার মত আমাদের সম্ভাষণ জানিয়ে অন্তান্ত সহ-কর্মীদের বিষয়ে খুঁটিয়ে খুঁটিয়ে জিজ্ঞাসা করলেন।'

বিশ্বজ্ঞানের প্রতি প্রেমা ও তাঁদের সান্নিধ্য

সমসাময়িক যনীযীদের প্রতি অধ্যাপক রায়নের অপরিসীম প্রেমা ছিল। আন্তর্জাতিক সুযোগাযোগের প্রতি তাঁর প্রগাঢ় আগ্রহ কখন

সুবিদিত। রবীন্দ্রনাথ ও বাংলা ভাষা সম্পর্কে তাঁর মনোভাব ছিল উদার। এই বিষয়ে তিনি বা লিখে গেছেন, তা পরিণাটী শব্দচয়ন, ভাষার লালিত্য ও বর্ণনানৈপুণ্যের এক সুন্দর নজীর : 'মাহুকের উপভাষাগুলি অগণিত হওয়ার সঠিক বিজ্ঞান-গুলির ক্ষেত্রেও আন্তর্জাতিক পর্যায়ে বর্ণোচিত শব্দের কল্পে বাধাশূন্য হয়ে দাঁড়ায়। সামান্ত জ্ঞান একটা বিজ্ঞানান্তরী গবেষণার ভাষা প্রবহমান রাখতে অনেক দূর সূক্ষ্ম হওয়া সত্ত্বেও এই রকম বাধা দেখা যায়। হাতকৌতুক অথবা গভীর অল্পভূতির প্রকাশ অথবা সাহিত্যিক স্ফুটনের মূল্যায়ন একটা স্বতন্ত্র ব্যাপার। শুধু তথ্য পরিবেশনে বিজ্ঞান ভাষা ব্যবহার করে। শব্দরাজি দিয়ে সাহিত্য একটা পোশাক তৈরি করে—বা মাহুকের ভাবের অতি সূক্ষ্মতাকে অর্ধেক ঢেকে রাখে এবং অর্ধেকটা প্রকাশ করে। এটা অল্পধাবন করা যাচ্ছে যে, সাহিত্যিক কৃষ্টির ও বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে আন্তর্জাতিক ধ্যানী সম্পূর্ণ আলাদা ভিত্তির উপর খাড়া রয়েছে। এটা অবিস্মৃত যে, একটা বড় রকমের বৈজ্ঞানিক আবিষ্কার একটা দেশে আজকে হতে পারলে জগতের অন্য অংশে দীর্ঘকাল অজ্ঞাত থাকবে। কিন্তু একজন অতি বিদ্বান অথবা বড় দার্শনিকের ক্ষেত্রে এটা সম্পূর্ণরূপে সম্ভব। তাঁর নিজের দেশের বাইরে একেবারে অজ্ঞাত থাকা সম্ভব। পূর্ণ এক হাজার বছর পর্বত কাশিদাস অথবা শব্দরাজি সহজে ইউরোপ একেবারে কিছুই জানতো না। সময় কাটাবার ক্ষমতা যখন টেগোর (রবীন্দ্রনাথ) তাঁর গীতাঞ্জলির কবিতাগুলোর কিছু অংশ ভাষান্তরিত করতে বনস্থ করেন, তখন ইউরোপ তাঁকে খুঁজে বের করেছিল। এই খুঁজে বের করার কাজ তখন সম্পূর্ণ হলো, যখন অতি দীর্ঘায় সংবেদনশীল, চিরনবীন এবং সুন্দর কবিতাকে সুইডেন নোবেল পুরস্কারে ভূষিত করলো। ভূষিত করলো অল্পগম নৈপুণ্যকে, বা দিয়ে

তিনি (রবীন্দ্রনাথ) তাঁর কাব্যগ্রন্থ তাকে ইংরেজীর বাহ্যিক পান্ডিত্যের সাহিত্যে অব-
তারণ করেছিলেন।

বাহ্যিক, এটা ধরে নেওয়া অসম্ভব হবে যে, টেগোরের মহান আন্তর্জাতিক খ্যাতি নির্ভর করেছে শুধু তাঁর এমন রচনাবলীর উপর যেগুলি মূল বাংলা থেকে অপর ভাষাগুলিতে তাদের পথ করে নিয়েছে। এটা বলা আরও নিতুল হবে যে, তাঁর ব্যক্তিত্বের দুর্লভ আকর্ষণ এবং তাঁর মানবতার গুণাবলী মানব জাতির ভুক্তি ও ভালবাসার ক্ষেত্রে উচ্চ স্থান জয় করে এনে দিয়েছে তাঁর জন্তে। তাঁর ব্যাপক পৃষ্ঠপোষকতায় সব জায়গাতেই তিনি ব্যক্তিগত স্মৃতিগুলি পিছনে কেল রেখে এসেছিলেন—বেশিক সাধারণতঃ পোষণ করা হয় ও বঞ্চিত মূল্য দেওয়া হয়। তাঁর সরলতা, মর্যাদা, সাহিত্য, কলা ও গানে বহুমুখী অবদান এবং যা কিছু ‘সত্য, শিব ও সুন্দর’ তার প্রতি স্মরণ অমূল্য তঁার মহত্বের কয়েকটি প্রতীক।

বিশ্ব যে আজ তাঁকে জীবিত মহান মানুষ-
দের মধ্যে অন্ততম বলে দাবী করছে, তাতে কোনই সন্দেহের অবকাশ নেই। [রবীন্দ্র-
নাথের মহাপ্রাণে বিশেষ টেলিগ্রাম]

বিদেশের সুখীসমাজেও অধ্যাপক রামেনের আত্মিক সমৃদ্ধ ছিল। তাঁর ‘Aspects of science’-এ লেখা আছে ‘আমার মত একজন বিজ্ঞানীর পক্ষে অমূল্য স্মৃতিরাজির মধ্যে যেটাকে সঞ্চিত ধনের মত জমা রেখে দিয়েছি, তা হলো স্বর্গতঃ লর্ড রাদারফোর্ড এবং পরলোকগতা মাদাম কুরীর মত বিজ্ঞানের পুরোধাদের সঙ্গে ব্যক্তিগত পরিচয়। কোপেনহেগেনের অধ্যাপক নীলস বোর এবং লর্ড রাদারফোর্ডের ছবি ব্যাঙ্গালোরে আমার বাড়িতে সিঁড়ির মাথার সায়নাসামনি টাঙানো আছে।’ সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, বোধ্য পূর্বসূরী ও সমসাময়িক দিকপালের মনীষার প্রতি তাঁর শ্রদ্ধা ছিল কত গভীর।

মহাত্মা গান্ধীর প্রতিও তাঁর শ্রদ্ধা ছিল অপরিমিত। ১৯৪৫ সালে ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের এলাহাবাদ অধিবেশনে তিনি বলে-
ছিলেন, ‘ভাঙীতে মহাত্মা গান্ধী যখন মার্চ করে এগিয়ে গেলেন, তখন তিনি জানতেন না যে, ভৌত রসায়নের একটি অতি সাধারণ পরীক্ষা তিনি করেছিলেন।’

অধ্যাপক রামেন এমনই গুণগ্রাহী ছিলেন যে, দেশ-কাল-পাত্র নির্বিশেষে বোধ্য ব্যক্তি ও উপযুক্ত জিনিষের সমাদর তিনি সব সময়েই করতেন। এর প্রকট দৃষ্টান্ত হচ্ছে, বহুবার ডাঃ মহেন্দ্রলাল সরকার প্রতিষ্ঠিত গবেষণাগারে তাঁর সহকারী কর্মী আশু বাবু সম্বন্ধে তিনি অত্যন্ত উচ্চ ধারণা পোষণ করতেন এবং খ্যাতির শিখরে উঠেও আশু বাবুর কর্মদক্ষতার প্রশংসা করতে কুণ্ঠিত হন নি।

এলাহাবাদে পৌর সংবর্ধনার প্রত্যুত্তরে

১৯৪৯ সালের জানুয়ারী মাসে এলাহাবাদ পৌর সংস্থা অধ্যাপক রামেনকে সংবর্ধনা জ্ঞাপন করেন। এই সংবর্ধনার প্রত্যুত্তরে তিনি যা বলে-
ছিলেন, তা বিশেষ প্রশংসনীয়—

‘ভারতে অ্যাকাডেমিক কেন্দ্রগুলি, পরীক্ষা-
গারগুলি এবং পাঠাগারসমূহকে যদি শক্তিশালী করা হয়, তাহলে পরবর্তী দশ বছরে ভারত সমগ্র জগতে সর্বপ্রধান না হলেও বিজ্ঞানের দীর্ঘস্থায়ী চিন্তানায়কদের দু-তিনটির মধ্যে একটি নিশ্চয়ই হয়ে উঠবে।’

দেশের সুসমাজের উদ্দেশ্যে তিনি সে সভার বলেন—‘তাদের উচিত জ্ঞানের জন্তে আরও বেশী অঙ্গসঞ্চানের কাজ চালিয়ে যাওয়া। সামান্য সাক্ষ্যে তাঁরা যেন অবশ্যই সন্তুষ্ট না থাকেন।’

এর পর ১৯৫০ সালের অক্টোবরে মহীশূরে সেন্ট্রাল ফুড টেকনোলজিক্যাল রিসার্চ ইনস্টি-
টিউটের উদ্বোধন উপলক্ষে এক দুর্লভ বিজ্ঞানী

সমাবেশ ঘটেছিল। এই সমাবেশে উপস্থিত হয়েছিলেন উক্ত শাস্ত্রস্বরূপ ডাটনাগর, উক্ত সি. ভি. রামন, উক্ত কে. এস. কৃষ্ণান, ডাঃ বিধানচন্দ্র রায়, ঐচ্ছিকবর্তী রাজাগোপালচারী প্রমুখ বিশিষ্ট ব্যক্তিবৃন্দ। অধ্যাপক রামন এই অহুষ্ঠানে বক্তৃতা-প্রসঙ্গে বলেছিলেন—‘ভারতের জনসাধারণের সকল কার্যকলাপের ক্ষেত্রে মুক্তি নির্ভর করছে বিজ্ঞান এবং একমাত্র বিজ্ঞানের উপর। দারিদ্র্যজনিত কষ্ট, অস্বাস্থ্য এবং অধঃপতন থেকে ভারতবাসীদের উদ্ধার করতে পারে শুধু বিজ্ঞানীকুল।’

অধ্যাপক রামন নিজে বা সমীচীন বলে মনে করতেন, তা প্রকাশ করতে কখনও দ্বিধা বোধ করতেন না। 1969 সালে তাঁদের বৃকে মাহুঘের

প্রথম পদার্পণ উপলক্ষে সারা বিশ্ব যখন অভিনন্দন জানিয়েছিল, অধ্যাপক রামন তখন দ্ব্যর্থহীন ভাবায় এই বিরাট ব্যয়বহুল প্রচেষ্টার বিরূপ সমালোচনা করেছিলেন। তিনি এই প্রসঙ্গে বলেছিলেন—‘মহাকাশে মাহুঘ পাঠাবার জন্তে লক্ষ লক্ষ ডলার খরচ করা একেবারে মোহপ্রসূত পাগলামির চূড়ান্ত ছাড়া আর কিছুই নয়।...মানবজাতির পক্ষে এই রকম পাগলামিকে আমি ঘৃণা করি এবং অবজ্ঞাতরে শুধু হাসি।’

বিজ্ঞানের এই ধরণের ‘ব্যক্তিচার বৃত্তিতে’ তিনি বিশ্বয় প্রকাশ করেন। তবে সেই সঙ্গে একথাও তিনি জানান যে, এই বিষয়ে আমরা কিছুই করতে পারি না।

গান্ধীজী ও রামন

1936 সালের মে মাসের তৃতীয় সপ্তাহে গান্ধীজী মহীশূর রাজ্যের নন্দী পর্বতে কয়েক দিন অতিবাহিত করেন। সে সময় সুইজারল্যান্ডের বিশিষ্ট জীব-বিজ্ঞানী অধ্যাপক র‍্যাহম গান্ধীজীর সঙ্গে দেখা করতে আসেন। এই সাক্ষাতের সময় অধ্যাপক রামন ছিলেন অধ্যাপক র‍্যাহমের সঙ্গী।

গান্ধীজীর সঙ্গে আলোচনা প্রসঙ্গে অধ্যাপক র‍্যাহম তাঁকে প্রশ্ন করেন—আমরা যদি বিভিন্ন ধর্মবিশ্বাসীদের এক করতে না পারি, তাহলে আমরা কি ক্রমবর্ধমান নাস্তিকতার বিরুদ্ধে সংগ্রাম করতে পারি না?

অধ্যাপক রামন এতরূপ নীরবে তাঁদের আলোচনা চলছিলেন। তিনি এই প্রশ্ন শুনে অধ্যাপক র‍্যাহমকে বললেন—আমি আপনার প্রশ্নের উত্তর দিচ্ছি। ভগবান যদি সত্যই থাকেন, তাহলে ব্রহ্মাণ্ডে আমরা তাঁর অহুসন্ধান করবো। ব্রহ্মাণ্ডে তিনি যদি না থাকেন, তাহলে তাঁকে খোঁজবার কোন সার্থকতা নেই। বিভিন্ন মহলে আমাদের নাস্তিক বলে ভাবা হয়, কিন্তু আমি তা নই। জ্যোতির্বিজ্ঞান ও পদার্থ-বিজ্ঞানে যে নতুন নতুন আবিষ্কার হচ্ছে, তার মধ্য দিয়েই ভগবান আমার কাছে ক্রমশঃ প্রকাশমান।

কিশোর বিজ্ঞানীর দণ্ডুর

রামন-বিচিত্রা

এযুগের কিশোর-কিশোরীদের কাছে আচার্য চন্দ্রশেখর ভেঙ্কট রামন বোধ হয় শুধুই একটি নাম—অবশ্য খ্যাতিমান নাম। এই মহৎ বিজ্ঞানীকে দেখবার বা তাঁর অপূর্ণ ভাষণ শোনবার সৌভাগ্য থেকে তারা বঞ্চিত হওয়ায় আমি বেদনা অনুভব করছি।

আমি তাঁকে প্রথম দেখি বোধহয় 1926 সালে। যখন আমাদের কলেজে আসেন একটি বক্তৃতা দিতে, তাঁর দার্ঘ্য সুসমঞ্জস দেহ, আশ্চর্য প্রতিভাদীপ্ত চোখ, প্রশস্ত ললাট, দৃষ্ট সন্তোষ ভঙ্গী এবং সর্বোপরি তাঁর অপূর্ণ প্রাজ্ঞতা এবং সরস বাক্যবৈদগ্ধ্য আমাকে অদ্বুতভাবে বিম্বিত করেছিল। সেই বিম্বিত এতকাল পরেও আমি কাটিয়ে উঠতে পারি নি। এর পর 1927 সাল থেকে 1929 সাল পর্যন্ত ছ-বছর তাঁর কাছে পড়বার সৌভাগ্য আমার হয়েছিল। এদেশের শীর্ষস্থানীয় বহু বিজ্ঞানী, খ্যাতিনামা বক্তা ও বিদেশের কয়েকজন স্বনামধন্য বিজ্ঞানীর ভাষণ শোনবার সুযোগ আমার হয়েছে; কিন্তু আচার্য রামনের বাগ্মিতার কাছাকাছি কাউকে পৌছতে দেখি নি। তাঁর সাধারণবোধ্য লেখার সঙ্গে যারা পরিচিত হতে ইচ্ছুক, তারা রামনের ‘আসপেক্টস্ অফ সায়েন্স’-এর বাংলা অনুবাদ ‘বিজ্ঞান-বিচিত্রা’ পড়ে দেখতে পারে। ইংরেজী বইটি পাওয়া যায় না।

গত বছরের 21শে নভেম্বর (1970) 82 বছর বয়সে ব্যাঙ্গালোরে তাঁর নিজস্ব গবেষণা কেন্দ্র রামন রিসার্চ ইনস্টিটিউটের ভবনে তিনি শেখনিঃশ্বাস ত্যাগ করেন। রামনের মৃত্যুতে

ভারতের একমাত্র এবং এশিয়ার প্রথম নোবেল পুরস্কারপ্রাপ্ত বিজ্ঞানীকে আমরা হারালাম। রামনের বিজ্ঞান-কৃতি সম্পর্কে এখানে আমি বিশেষ কিছু বলতে চাই না, কারণ তা নানা পত্র-পত্রিকায় বহু প্রবন্ধে ও নিবন্ধে আলোচিত হয়েছে। শুধু এইটুকু বললেই বোধহয় যথেষ্ট হবে যে, সূর এবং বর্ণ তাঁকে সবচেয়ে বেশী অভিভূত করেছিল। গবেষণার প্রথম দিকে তিনি কাজ করেছেন সঙ্গীত-যন্ত্র নিয়ে এবং পরে আকাশ ও সমুদ্রের রং সম্বন্ধে। তাঁর আবিষ্কৃত রামন এক্কেট্ট আলোর বিচ্ছুরণ ও বর্ণ পরিবর্তন সম্পর্কে। পরে মণি-মাণিকা, ফুল, কীট-পতঙ্গ, পাখীর পালকের বর্ণানুসারে তাঁর কোতূহল উদ্ভিষ্ট করে এবং বর্ণের বৈচিত্র্য থেকে আসে বর্ণের অনুরূপ সম্পর্কে গবেষণা। বর্ণানুরূপতার শারীরবিজ্ঞান সম্পর্কে তিনি উল্লেখযোগ্য কাজ করেছেন। তাঁর খ্যাতির অকস্ম-স্বস্ত অংশই রামন এক্কেট্ট। 1928 সালে কলকাতার সায়েন্স কলেজে একটি বক্তৃতায় রামন এক্কেট্টের বিবরণ ঘোষণা করেন। এই বক্তৃতার পর সহপাঠীদের সঙ্গে এই বিষয়ে আলোচনা প্রসঙ্গে আমি বলেছিলাম যে, এবার অধ্যাপক রামনের জন্তে নোবেল পুরস্কার নির্দিষ্ট হচ্ছে। এই কথা বলবার জন্তে সতীর্থদের যথেষ্ট বাজ আমাকে সহ করতে হয়েছিল। তবে সূখের বিষয়, বেশী দিন নয়। রামনের গবেষণার মান সম্পর্কে কোন সন্দেহ আমার সহপাঠীদের মধ্যে হয়তো ছিল না, কিন্তু কোনও ভারতীয়ের পক্ষে বিজ্ঞানে নোবেল পুরস্কার পাওয়া যে সম্ভব, এ ছিল তাদের পক্ষে অচিন্তনীয়। আমি জানি না, আমার কোন সতীর্থের নজরে এই লেখা পড়বে কি না। রামন এক্কেট্টের জন্তে রামনের নাম বিজ্ঞানে অমর হয়ে থাকবে।

রামন এক্কেট্ট সম্পর্কে একটি মজার ঘটনা মনে পড়লো। 1939 সালে কয়েকজন বন্ধুর সঙ্গে দার্জিলিং বেড়াতে গিয়েছি। সেখানে পথে এক ভ্রমলোকের সঙ্গে আলাপ হলো। আমার সঙ্গীদের একজনের সঙ্গে তাঁর সামান্য পরিচয় ছিল। সাজ-পোশাক, হাবভাবে বোঝা যায় ভ্রমলোক বিস্তবান, স্ততরাং সব বিষয়ে মত প্রকাশ করবার অধিকার তাঁর সাধারণের চেয়ে একটু বেশী। তিনি আমায় প্রশ্ন করলেন, টাইগার হিলে সূর্যোদয় দেখেছি কিনা। তিনি প্রশ্ন উদ্ভেজিত হয়ে উঠলেন, ‘আরে মশাই বলেন কি, জানেন রহমান সাহেব টাইগার হিলে সূর্যোদয় দেখে অনেক কিছু রিসার্চ করেছেন।’ রহমান সাহেবের পরিচয় সম্পর্কে আমার অজ্ঞতা প্রকাশ করাতে তিনি অত্যন্ত বিরক্ত হলেন, ‘আরে, এই সব রিসার্চ করে রহমান সাহেব নোবেল প্রাইজ পেয়েছেন, তা জানেন?’ সবিনয়ে স্বীকার করলাম—এ ব্যাপারও আমার জানা নেই। প্রচণ্ড মুর্থ মনে করে ভ্রমলোক হুর্জনসঙ্গ ভাড়াটাড়ি ত্যাগ করলেন। এরাই হয় আমাদের বিদগ্ধ-সমাজ।

বড় চাকরি হয়তো রামনের বিজ্ঞান-প্রতিভা বিনষ্ট করে দিত, যদি উনত্রিংশ বছর বয়স যুবক রামনকে তার আশুতোষ মুখোপাধ্যায় একেবারে পদার্থ-বিজ্ঞানে পুণ্ডিত অধ্যাপকরূপে কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ে আমন্ত্রণ করে না জানতেন। এই একটি মাত্র কারণেই সমগ্র দেশ এবং বিজ্ঞানী-সমাজ আশুতোষের কাছে ঋণী।

... রামেন কলকাতায় প্রথম আসেন ১৯০৭ সালে ফিজিক্স, সার্ভিস পাস করে অ্যাসিস্ট্যান্ট অ্যাকাউন্ট্যান্ট জেনারেলরূপে। একজন বড় সাহেব আসছেন, সুতরাং তাঁকে সম্বর্ধনার জন্তে ফুলের মালা নিয়ে অফিসের কর্মচারীরা এলেন হাওড়া স্টেশনে। সকলেই ভেবেছিলেন, এই উচ্চ পদে নিশ্চয়ই কোন বয়স্ক লোক আসছেন। মাস্তুলে মেল বখানিরে হাওড়া স্টেশনে এলো। যাত্রীরা প্রায় সবাই চলে গেল। কিন্তু প্রাক্তরী অফিসারের চিহ্নমাত্র দেখা গেল না। শেষে দেখা গেল, এক দক্ষিণ ভারতীয়, যুবককে, কার্ড বরস। তখনও বিশ হয় নি। হাতে একটি কার্পেট ব্যাগ আর একটি বইয়ের বাঁশিল। অফিসের কর্মচারীরা তাঁকে জিজ্ঞাসা করলেন—সি. ডি. রামেনের এই গাড়ীতে আসবার কথা ছিল, তাঁকে তিনি দেখেছেন কি না অথবা তাঁর কোন সন্ধান দিতে পারেন কিনা। তখন রামেন বললেন, তিনিই সেই সি. ডি. রামেন। বলা বাহুল্য সম্বর্ধনাকারীরা অত্যন্ত বিস্মিত হলেন, এই বালক—প্রায় নাবালক বললেই চলে, এমন একটি বড় পদে অধিষ্ঠিত হয়েছেন।

কলকাতার ফিজিক্স ডিপার্টমেন্টে চাকরি করেন রামেন ১৯১৭ সাল পর্যন্ত। চাকরির শেষের দিকে অল্প কিছু কালের জন্তে তিনি রেজুনে বদলি হন। গোটা ব্রহ্মদেশ তখন ভারতের অন্তর্ভুক্ত ছিল। এখানে তাঁর উপরওয়ালা অ্যাকাউন্ট্যান্ট জেনারেল ছিলেন একজন ইংরেজ। অল্প দিনের মধ্যে স্বাধীনচেতা রামেন ও সেই ব্যক্তির মধ্যে বিরোধ দেখা দিল। অ্যাকাউন্ট্যান্ট জেনারেলের একটি আদেশ সমালোচনা করার সাহেব অত্যন্ত ক্রুদ্ধ হয়ে কাগজপত্র নিয়ে রামেনের ঘরে ছুটে এলেন। টেবিলের উপর একটি লাল কালির বোতল দেখিয়ে সাহেব বললেন—‘তুমি মিঃ রামেন, এই লাল কালির বোতল দেখিয়ে যদি আমি বলি যে, এটা নিশ্চিত যে এই বোতলে কালো কালি রয়েছে, তাহলে আপনার কর্তব্য বলা—হাঁ মহাশয়, এটা কালো কালি—বুঝেছেন?’ রামেন উত্তর দিলেন ‘এক্ষেত্রে আমার কর্তব্য হচ্ছে এই বলা—হয় আপনি অন্ধ, নম্রতো পাগল, কিংবা দুই-ই।’ এর অল্প দিন পরে তিনি পদত্যাগ করে কলকাতায় ফিরে আসেন এবং কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ে পদার্থ-বিজ্ঞানে পালিত অধ্যাপক নিযুক্ত হন।

... কলকাতার সরকারী চাকরীর অকসরে রামেন ইঞ্জিনিয়ার অ্যাসোসিয়েশন, কমিটি কনসিডারেশন অফ ল্যাবরেজ প্রবেশ্য করেন। স্বর্গীয় ডাক্তার মহেন্দ্রলাল সরকার এই বিজ্ঞান সন্ধান প্রতিষ্ঠা করেন ১৮৭৬ সালে। এখান থেকে অনেক কৃতী বিজ্ঞানী বেরিয়েছেন। তাঁদের মধ্যে সর্বাধিক উল্লেখযোগ্য রামেন এবং কারিগরমাতিকম কৃষ্ণান। অ্যাসোসিয়েশনের প্রায় দুই দশকের অধিক সময় রামেন এক কারিগরমাতিকম কৃষ্ণান। অ্যাসোসিয়েশনের প্রায় দুই দশকের অধিক সময় রামেন এক কারিগরমাতিকম কৃষ্ণান। অ্যাসোসিয়েশনের প্রায় দুই দশকের অধিক সময় রামেন এক কারিগরমাতিকম কৃষ্ণান।

... রামেন এই প্রতিষ্ঠান ছিল রামেনের হাতে (বর্তমানে রিপনবিহারী গাঙ্গুলী, ইট), এখানে দেখানো প্রকৌশল কলেজ অবস্থিত। রামেন দীর্ঘকাল এই প্রতিষ্ঠানের সেক্রেটারী

ছিলেন। 1934 সালে কৌশল করে তাঁকে এই পদ থেকে অপসারিত করা হয়—যার পশ্চাতে ছিল কিছু অনুরা এবং কিঞ্চিৎ প্রাদেশিকতা। এই ঘটনায় তাঁর মন তিক্ত হয়ে যায় এবং তিনি কলকাতার পাট একেবারে উঠিয়ে ব্যাঙ্গালোর চলে যান সেখানকার ইনস্টিটিউট অফ সায়েন্সের ডিরেক্টর হয়ে। কর্তৃপক্ষের সঙ্গে বিরোধের ফলে তিনি এই পদ ত্যাগ করেন 1938 সালে। তবে আরও দশ বছর ছিলেন পদার্থ-বিজ্ঞানের অধ্যাপকরূপে। 1949 সালে তিনি জাতীয় অধ্যাপক নিযুক্ত হন। 1943 সালে তিনি নিজের গবেষণাগার রামন রিসার্চ ইনস্টিটিউট স্থাপন করেন। জীবনের শেষ দিন পর্যন্ত তিনি এখানে কাটিয়েছেন।

অশ্রমনস্ক অধ্যাপকের কাহিনী আমাদের বহু জানা আছে। অশ্রমনস্কতার জন্মে রামনকে মাঝে মাঝে অসুবিধায় পড়তে হতো। তাঁর জীকে এজন্মে কিছু দুর্ভোগ পোহাতে হয়েছে, কিন্তু তিনি তা হাসিমুখে সহ্য করেছেন। অশ্র কারণেও দুর্ভোগ কম হতো না ভ্রমহিলার। একদিন কাজ করতে করতে অনেক রাত্রি হয়ে যাওয়ার রাত প্রায় কাবার করে রামন গৃহে ফিরে দেখেন, জী তখনও অভুক্ত রয়েছেন। তিনি ভীষণ চটে গেলেন এবং চেষ্টামেচি করতে লাগলেন যে, তাঁর দেশবাসী, বন্ধু ও প্রতিবেশী রাওবাহাদুর গোবিন্দ রাজু মুদালিয়াসকে ছুটে আসতে হলো কাজপাগল লোকটিকে শাস্ত করতে।

রামনের অশ্রমনস্কতা সম্পর্কে দুটি ঘটনার কথা এখানে বলছি। প্রথমটি ঘটেছিল আমাদের ক্লাসে। অধ্যাপক রামন আমাদের থিয়োরিটিক্যাল ফিজিক্স (তাত্ত্বিক পদার্থ-বিজ্ঞান) পড়াতেন। একদিন ক্লাসের বোর্ডে একটি সমীকরণ লিখতে লিখতে পরের পদ কি হবে, মনে করতে পারলেন না। বোর্ডের সামনে বেশ কয়েক মিনিট দাঁড়িয়ে রইলেন, মনে এলো না। আমাদের বললেন—একটু বসো, আমি এখনই আসছি। ঘর থেকে বইপত্র দেখে এসে আরও লাইন দুয়েক লিখে আবার আটকে গেলেন। আবার কিছুক্ষণ অপেক্ষা করলেন, বললেন আজ আর হলো না, পরের দিন দেখা যাবে। পরের দিন অবশ্য কোন অসুবিধা হয় নি।

দ্বিতীয় ঘটনাটি ঘটেছিল আমার জ্যেষ্ঠ ভ্রাতার সামনে—তাঁর কাছে শোনা। আমার দাদা ছিলেন রেলের অফিসার এবং প্রায়ই তাঁকে বাইরে যেতে হতো। একদিন তিনি তাঁর কামরার একটি বার্থে সি. ভি. রামনের নাম দেখে আগ্রহান্বিত হন। রামন গাড়ীতে উঠলে দু-একটি সৌজন্যসূচক কথাবার্তাও হয়েছিল। তার পর দু-জনেই কিছুক্ষণ বই পড়ে যে ঘর বার্থে শুয়ে পড়লেন। দাদা জানলেন, রামন যাচ্ছেন বেনারস বিশ্ববিদ্যালয়ে একটি পরীক্ষা নিতে। সকালে বেনারসে পৌঁছে টিকিট চেকার টিকিটের খোঁজ করতে রামন সমস্ত পকেট হাতড়ে টিকিট খুঁজে পেলেন না। টিকিট-চেকার ভাড়া, জরিমানা ইত্যাদি আদায়ের জন্মে খাতাপত্র বের করে বসলো। আমার দাদা তখন নিজের পরিচয় দিলেন চেকারকে এবং অধ্যাপক রামনকে। চেকারকে বললেন—তুমি

নিজে সঙ্গে করে নিয়ে অধ্যাপককে গেট পার করে দাও। অধ্যাপককে বললেন—আপনি টিকিট কিনেছেন সে বিষয়ে কোন সন্দেহ নেই, কারণ তা না হলে বার্ষিক বিজ্ঞানার্থে আপনাদের নাম থাকতো না। আপনি টিকিটটা খুঁজে পেলে দয়া করে রেল কোম্পানীকে পাঠিয়ে দেবেন। অধ্যাপক রামন ধন্যবাদ দিয়ে চলে গেলেন।

সময় নষ্ট করা রামন একেবারে সহ্য করতে পারতেন না। তিনি আমাদের রোল কল করতেন না। কেবল মাত্র প্রথম দিন করেছিলেন। কারণ প্রথম সময় নষ্ট, যদি কারো শোনবার ইচ্ছা থাকে সে আসবেই। আর যার ইচ্ছা নেই, তার না শোনবার স্বাধীনতা থাকলো। ক্লাস শেষ হবার কয়েক মিনিট আগে তাঁর বেয়ারা দরজার সামনে এসে দাঁড়িয়ে থাকতো—যার অর্থ ট্যান্সি এনেছি—অপেক্ষা করছে। ক্লাস থেকে সোজা বেরিয়ে ট্যান্সিতে উঠতেন, গন্তব্য স্থল বৌবাজারের গবেষণাগার।

রামন কিছু পরমত-অসহিষ্ণু ছিলেন এবং যাঁদের অপছন্দ করতেন, তাঁদের কঠোর ভাষায় সমালোচনা করতেন, কিন্তু বিদ্বেষ পোষণ করতেন না। তাঁর আত্মবিশ্বাস ছিল অসাধারণ। ১৯২৫ সালে তিনি সার আন্তোয়কে বলেন—‘আমাকে কাজ করবার সুযোগ দিন। পাঁচ বছরের মধ্যে আমি নোবেল পুরস্কার এনে দেব।’ রামন তাঁর আপাতঃ দম্ভোক্তি অক্ষরে অক্ষরে পালন করেন। তিনি নোবেল পুরস্কার পান ১৯৩০ সালে।

রামন বলেছেন, ‘বিজ্ঞানই আমার ধর্ম, এই ধর্ম থেকে আমি যেন কোন দিন বিচ্যুত না হই।’ তা তিনি কোন দিন হন নি।

সুধাংশুপ্রকাশ চৌধুরী

‘বিজ্ঞান বিচিত্র।’ শ্রীচন্দ্রশেখর ভেঙ্কট রামন; অনুবাদক—শ্রীসুধাংশুপ্রকাশ চৌধুরী। পাবলিকেশন্স ডিভিশন, মিনিষ্ট্রি অব ইনফরমেশন অ্যান্ড ব্রডকাস্টিং, গভর্ণমেন্ট অব ইণ্ডিয়া। দিল্লী-৪

সি. ভি. রামন ও তাঁর সহকারী

কলকাতায় তখন রাতের আঁধার নেমে এসেছে। মহানগরীর অশান্ত কলকোলাহল ক্রমেই স্তিমিত হয়ে আসছে। শহরের এক গবেষণাগারে কিন্তু কাজ করে চলেছেন এক মনীষী। বিজ্ঞানের এক অভিনব আবিষ্কারের চিন্তায় তখন তিনি মগ্ন। সে দিন ছিল ২৮ ফেব্রুয়ারী, ১৯২৪ সাল।

বিজ্ঞানের ইতিহাসে দিনটি স্মরণীয়। এই দিনের পরীক্ষা-নিরীক্ষার ফলে এই ভারতীয় বিজ্ঞানী যে তথ্য আবিষ্কার করেন, তা যে শুধু তাঁকেই দুর্লভ গৌরবের অধিকারী করে, তা নয়, বিশ্বের দরবারে তাঁর স্বদেশের মান-মর্যাদাও বৃদ্ধি করে। এই মনীষীর নাম সি. ভি. রামন—এশিয়ার প্রথম নোবেল পুরস্কার-বিজয়ী বিজ্ঞানী। তিনি নোবেল পুরস্কার পান ১৯৩০ সালে।

‘রামনের এই আবিষ্কারের জন্মকথা বলতে হলে বলতে হবে—এক মাঝামাঝি কথা, এক আন্তর্ভালা নিঃস্বার্থপর গবেষকের কথা। গবেষণাগারে এসে লাগিতে তিনিই ছিলেন রামনের একমাত্র সঙ্গী, তাঁর স্নানক লহযোগী। গবেষণার ক্ষেত্রে যা কিছু স্বল্পপাতি সামগ্র্যসময়ের সে দিন প্রয়োজন হয়েছিল—তা সবই তিনি রামনের জন্তে লাগিয়েছিলেন দিয়েছিলেন সমস্ত ও নিঃস্বার্থভাবে। মাঝারি আর্ক, কণ্ডাকার, অণু-টিক্যাল ফিল্টার প্রভৃতি প্রয়োজনীয় জিনিস রামনের নির্দেশমত সঠিকভাবে স্থাপন করে তাঁর গবেষণার কাজ লক্ষ্য করে দিয়েছিলেন। রামন বলেছেন, এসব কাজে তিনি ছিলেন অত্যন্ত দক্ষ। এই সহকারী গবেষকের নাম আন্তোভ দে।

1953 সালের মার্চ মাসে হার্বার্ডাবাদে ভারতীয় বিজ্ঞানীরা মিলিত হয়ে রামনকে সম্বর্ধনা জ্ঞাপন করেন। রামন এফেক্ট আবিষ্কারের পঁচিশ বছর পূর্তি উপলক্ষে তাঁরা আয়োজন করেন এই সম্বর্ধনার। সম্বর্ধনার উপরে রামন সে দিন যা বলেছিলেন—তা প্রাধিকারযোগ্য।

রামন বলেন, 28শে ফেব্রুয়ারীর রাত্রে আন্তো দে-ই ছিলেন আমার একমাত্র সহকারী। তিনি ছিলেন নিঃস্বার্থপরতার এক উজ্জ্বল দৃষ্টান্ত। কোন ভিগ্রির প্রতি তাঁর মোহ ছিল না, ছাপার অক্ষরে নিজের নাম প্রকাশের জন্তে কোন আগ্রহই ছিল না তাঁর, কোন সার্টিফিকেট চাইতেন না তিনি, কাজের জন্তে কখনও কোন প্রশংসা গ্রহণ করেন নি, আর আশাও করেন নি কোন দিন। আদর্শ সহযোগী গবেষকের এই সবই হচ্ছে বাস্তবিক মর্মস্থল।

স্টকহোম থেকে নোবেল পুরস্কার লাভ করে রামন এলেন কলকাতার। দেখা হলো আন্তো দে-র সঙ্গে। রামন বলেছেন—যে ফাউন্টেন পেনটি দিয়ে আমি নোবেল পুরস্কারের রসিদটি লই করেছিলাম, সেই কলমটি চাইলেন আন্তো দে। আমি সানন্দেই সেই ফাউন্টেন পেনটি তাঁর হস্তান্তর করে দিলাম।

বিজ্ঞানীদের এই সম্মেলনে রামন বলেছেন—তিনি নিজের আবিষ্কার করেছিলেন, কিন্তু এই প্রসঙ্গে ‘আন্তো দে গবেষণাকারী’ তাঁকে সাহায্য করেছিলেন; তাও স্বীকার করেন। তিনি বলেন—‘He was the man who was with me in the dark room that night and helped me to make the observations thus recognized by the Noble foundation.’

বহুকাল আগেই আন্তো দে আমাদের ছোট্ট চোখে গোহোমণ্য। কিন্তু এই নিঃস্বার্থ, নির্লোভ গবেষকের কথা কি আমরা ভুলতে পারি? রামনের এই আবিষ্কারের সটকুমিত ৫০দিন বিদ্বাজ করবে তাঁর নাম।

রামনও তাঁকে ভোলেন নি কোন দিন।

আচার্য চন্দ্রশেখর ভেক্টর রামন

অধ্যাপক রামনের নাম ভোমরা নিশ্চয়ই শুনেছ। তিনি ছিলেন ভারত, তথা এশিয়ার মধ্যে বিজ্ঞানে সর্বপ্রথম নোবেল পুরস্কারবিজয়ী। গত বছর (1970) 21শে নভেম্বর তিনি ব্যাঙ্গালোরে পরলোক গমন করেছেন।

আচার্য রামন 1888 সালে 7ই নভেম্বর তামিলনাড়ুর বিখ্যাত এক ব্রাহ্মণ পরিবারে জন্মগ্রহণ করেন। অধ্যাপক রামনের পিতা চন্দ্রশেখর আয়ার ভিজিগাপট্টমের এ. ভি. এন. কলেজের গণিতের অধ্যাপক ছিলেন, পরে ঐ কলেজের ভাইস প্রিন্সিপাল হয়েছিলেন।

রামন বিশাখাপত্তনমে হিন্দু কলেজ হাই স্কুলে পড়াশুনা করেন। ছাত্রবৃত্তা থেকেই বিজ্ঞান ছিল তাঁর প্রিয় বিষয়। শোনা যায়, এই সময়ে তিনি নাকি ডায়নামোর মত একটি যন্ত্র তৈরি করেছিলেন। তখন থেকেই তিনি শব্দ, তাপ ও বিদ্যুৎ সম্পর্কে তথ্যাদি জানবার জন্তে অধীর আগ্রহে পড়াশুনায় ব্যাপৃত থাকতেন। অনেক সময় বি. এ. ক্লাসের ছাত্রদের নিকট থেকে এসব বিষয়ের পুস্তকাদি ধার করে এনে ঘণ্টার পর ঘণ্টা সেগুলি তন্ময় হয়ে পাঠ করতেন। একরূপ অস্বাভাবিক পরিশ্রমের ফলে তাঁর স্বাস্থ্য খুবই খারাপ হয়ে পড়ে। শয্যাশায়ী অবস্থায় একদিন তো তিনি লিডেন জারের (Leyden Jar) পরীক্ষা দেখবার জন্তে অতিমাত্রায় অস্থির হয়ে ওঠেন এবং পরীক্ষাটি না দেখে কিছুতেই ঘুমুতে যাবেন না বলে জেদ ধরেন। অগত্যা ছেলেকে রাত্রিজাগরণ থেকে নিবৃত্ত করবার জন্তে তাঁর বাবাকে তাঁর শয্যাপার্শ্বে ই লিডেন জারের পরীক্ষা দেখাতে হয়েছিল।

তিনি প্রায় 12 বছর বয়সে প্রথম স্থান অধিকার করে ম্যাট্রিকিউলেশন পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হন। 1902 সালে তিনি হিন্দু কলেজ থেকে ইন্টারমিডিয়েট পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হয়ে মাদ্রাজ প্রেসিডেন্সি কলেজে বি. এ. (পদার্থ-বিজ্ঞান) ক্লাসে যোগদান করেন এবং 1904 সালে সর্বোচ্চ স্থান অধিকার করে পরীক্ষায় উত্তীর্ণ হয়ে পুরস্কার লাভ করেন।

এম. এ. ক্লাসে তাঁর নিয়মিত উপস্থিতি বাধ্যতামূলক ছিল না, তাছাড়া লাইব্রেরী থেকে পুস্তকাদি নেবার জন্তেও তাঁকে কোন নিয়ম মেনে চলতে হতো না। এই সময়ে প্রিজম নিয়ে পরীক্ষা করবার সময় একদিন একটি অদ্ভুত ব্যাপার তিনি লক্ষ্য করেন এবং এস. বিষয়ের পুস্তকাদি পাঠ করে এই ব্যাপারের কোন কারণ খুঁজে না পাওয়ায় তাঁর অস্বস্তি বৃদ্ধি পায় খুবই চঞ্চল হয়ে ওঠে। পরের দিন বার বার সেই পরীক্ষাটি করে এর কারণ সম্বন্ধে এক মতুন বিজ্ঞানকে উপনীত হন এবং এই বিষয়ে একটু নিয়ম রচনা করে পদার্থবিজ্ঞানের অধ্যাপক কোলের নিকট প্রদান করেন। কয়েক মাস পরেও অধ্যাপক কোলের কাছ থেকে কোন জবাব না পেয়ে তাঁর ক্রোধ গিয়ে খিসিখটিতে আসে। কিছু তথ্য-সংগ্ৰহ করার জন্তে সেটি ফেরৎ নিয়ে আসেন এবং একটি ব্যক্তিগত বৈজ্ঞানিক পত্রের পৃষ্ঠাটি প্রকাশ করেন। এই বিবরণে তাঁর সহপাঠী আশা রাও একটি সমস্তা উত্থাপন করেন। এম. কলেজের অধ্যাপক কতকগুলি পুরস্কার পূর্ব 1906 সালে তিনি

লণ্ডনের ফিলোসফিক্যাল ম্যাগাজিনে আলো সম্বন্ধে একটি নতুন নিবন্ধ প্রকাশ করেন। 1907 সালে বিখ্যাত 'নেচার' পত্রিকায় তাঁর আর একটি নিবন্ধ প্রকাশিত হয়। 1907 সালে 18 বছর বয়সে তিনি এম. এ. পরীক্ষায় (পদার্থ-বিজ্ঞানে) প্রথম স্থান অধিকার করে স্বর্ণপদক লাভ করেন। 1907 সালে ভারত সরকার কর্তৃক অনুষ্ঠিত এক প্রতিযোগিতামূলক পরীক্ষায় তিনি যোগদান করেন। তিনি এই পরীক্ষায় সর্বোচ্চ স্থান অধিকার করেন এবং 1907 সালের জুন মাসে ইণ্ডিয়ান ফাইন্যান্স ডিপার্টমেন্টে ডেপুটি অ্যাকাউন্টেন্ট জেনারেলের পদে নিযুক্ত হন। 1907 সাল থেকে 1917 সালের জুলাই পর্যন্ত তিনি কলিকাতা, নাগপুর এবং রেঙ্গুনে এই দায়িত্বপূর্ণ পদে অধিষ্ঠিত ছিলেন। এই কাজে নিযুক্ত থাকার সত্ত্বেও তিনি বৈজ্ঞানিক গবেষণায় বিরত থাকেন নি। এই সময়ের মধ্যেই নেচার, ফিলোসফিক্যাল ম্যাগাজিন, ফিজিক্যাল রিভিউ প্রভৃতি পত্রিকায় তাঁর মৌলিক গবেষণা সংক্রান্ত নিবন্ধাদি প্রকাশিত হয়। গবেষণার কৃতিত্বের জন্তে তাঁর প্রতি বিদ্বজ্জন সমাজের দৃষ্টি আকৃষ্ট হয় এবং সার আশুতোষ মুখোপাধ্যায় তাঁকে কলিকাতা বিজ্ঞান কলেজে পদার্থ-বিজ্ঞানের পালিত চেয়ার গ্রহণের আমন্ত্রণ জানান। সার আশুতোষের আমন্ত্রণ তিনি গ্রহণ করেন। 1917 সালে তিনি কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ে যোগদান করেন। ডাঃ মহেন্দ্রলাল সরকার কর্তৃক প্রতিষ্ঠিত বোম্বাইয়ের ইণ্ডিয়ান অ্যাসোসিয়েশনের লেবরেটরীতেই তাঁর অধিকাংশ গবেষণার কাজ পরিচালিত হয়েছিল। 1919 সালে ডাঃ মহেন্দ্রলাল সরকারের মৃত্যুর পরে তিনি এই প্রতিষ্ঠানের অবৈতনিক সেক্রেটারীর পদে নিযুক্ত হন। 1933 সালে তিনি কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় ছেড়ে ব্যাঙ্গালোরে ইণ্ডিয়ান ইনস্টিটিউট অব সায়েন্সে যোগদান করেন। 1924 সালে তিনি লণ্ডনের রয়েল সোসাইটির ফেলো নির্বাচিত হন। 1929 সালে ব্রিটিশ গভর্নমেন্ট তাঁকে নাইট উপাধি দিয়ে সম্মানিত করেন। ইটালিয়ান সোসাইটি অব সায়েন্স 1928 সালে তাঁকে ম্যাটিউচি মেডাল এবং 1930 সালে রয়েল সোসাইটি হিউজ মেডাল দিয়ে পুরস্কৃত করেন। 1930 সালে তিনি রামন এক্কেট নামক যুগান্তকারী আবিষ্কারের জন্তে পদার্থবিজ্ঞান নোবেল পুরস্কার লাভের গৌরব অর্জন করেন। প্যারিস, গ্রাসগো, ফ্রেইবার্গ এবং কলিকাতা, বম্বে, মাদ্রাজ, বেনারস, ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয় তাঁকে অনারেরী ডক্টরেট ডিগ্রি দিয়ে সম্মান প্রদর্শন করেন। দেশ-বিদেশের বহু বৈদেশিক প্রতিষ্ঠানের তিনি অনারেরী ফেলো নির্বাচিত হন।

বিভিন্ন বিষয়ে তাঁর গবেষণা বস্তুতঃ আলোক-বিজ্ঞানেই বিভিন্ন দিক মাত্র। কুঠ্যাল ফিজিক্স, বিশেষতঃ ডায়মণ্ড-ফিজিক্সের উপর তাঁর অমুরাগ ছিল সবচেয়ে বেশী। কুঠ্যাল-ফিজিক্সের গবেষণায় তিনি অভিনব পন্থা উদ্ভুক্ত করেছেন। সঙ্গীত-যন্ত্র, আলোক-তরঙ্গের বিভিন্ন অভিব্যক্তি, সমুদ্রের রং, পাখীর পালকের বর্ণবৈচিত্র্য, শামুক-ঝিনুর খোলার রামধনুর রং, স্ফটিকের কম্পন, বিশেষ করে ক্লোরোসেন্স, ফস্ফোরোসেন্স, হীরকের গঠন ও আণবিক সংস্থান প্রভৃতি বিভিন্ন বিষয়ে তিনি বহু মূল্যবান গবেষণা করে গেছেন।

প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন 1। র্যালে বিচ্ছুরণ ও রামন বিচ্ছুরণের মধ্যে পার্থক্য কি ?

অনিমেষ চট্টোপাধ্যায়, বকুলবরণ চট্টোপাধ্যায়, ঢাকা

প্রশ্ন 2। বিজ্ঞানী রামনের আগে রামন-প্রক্রিয়া সংক্রান্ত ব্যাপারটা নিয়ে অণু কোন বিজ্ঞানী ভেবেছিলেন কি ? পাপিনা ঘোষদত্তিদার, মনুয়া পাহাড়ী, জলপাইগুড়ি

প্রশ্ন 3। ষ্টোক রেখা ও অ্যান্টিষ্টোক রেখা কি ?

চন্দনা মিত্র, হাওড়া ও জীবনকুমার বসু, ডায়মণ্ডহারবার

প্রশ্ন 4। (ক) রামন-প্রক্রিয়া কি ? (খ) রামন প্রক্রিয়ার ব্যবহারিক প্রয়োগ সম্পর্কে কিছু বলুন।
দীপা চৌধুরী, কবিতা দত্ত, জয়ীকেশ দত্ত, উট্টাডালা

প্রশ্ন 5। ইনভারস রামন-প্রক্রিয়া কি ? দেবব্রত সিংহ, কলিকাতা-54

উ: 1। ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণায় বাধা পেয়ে আলোকরশ্মি বিভিন্ন দিকে ছড়িয়ে পড়ে। এই বিচ্ছুরিত আলোকরশ্মির প্রকৃতি নিয়ে অনেক বিজ্ঞানী ঊনবিংশ শতাব্দীর শেষের দিকে গবেষণা করেন। র্যালে বস্তুর অণুকে বিচ্ছুরক কণা হিসাবে নিয়ে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করেন। তিনি বস্তুর অণুকে কোন এক নির্দিষ্ট তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের বা এক বর্ণের আলো দিয়ে উদ্ভাসিত করেন এবং বস্তু থেকে বিকিরিত আলোকরশ্মি পরীক্ষা করে দেখেন যে, বিকিরিত আলোর বর্ণ বা তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য আপতিত আলোর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের সঙ্গে অভিন্ন, যদিও বিকিরিত আলোর তীব্রতা আপতিত আলোর তুলনায় অনেক কমে যায়। একে বলা হয় র্যালে বিচ্ছুরণ।

এর বহু কাল পরে রামন পরীক্ষা করে দেখেন যে, বিকিরিত আলোর সবটুকুই অভিন্ন ও অবিকৃত নয়—র্যালের অভিন্ন আলোর সঙ্গে মিশে থাকে আরও কিছু ক্ষীণ নতুন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলো, যা আপতিত রশ্মি থেকে আলাদা। 1928 সালে রামন এই তথ্য প্রচার করেন এবং এই ঘটনার মর্ম ব্যাখ্যা করে এর তাৎপর্ষ্যের উল্লেখ করেন। র্যালে বিচ্ছুরণের পাশে এই ভিন্ন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলোকমালাকে রামন বিচ্ছুরণ বলা হয়।

উ: 2। রামনের আগে 1923 সালে স্নেকলে গাণিতিক যুক্তি দিয়ে আলো ও অণুর সংঘর্ষে আলোর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য বদলে যাবার সম্ভাবনা প্রমাণ করেন। এর পর 1925 সালে ক্রামার্স ও হাইসেনবার্গ অণু ও আলোর সংঘর্ষ নিয়ে বিস্তারিত গবেষণা করেন এবং অঙ্কের সাহায্যে প্রমাণ করেন যে, আপতিত আলোর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য এই সংঘর্ষে বদলে যায়। তবে তখন পর্যন্ত এর কোন পরীক্ষাত্মক প্রমাণ পাওয়া যায় নি।

উ: 3। বিচ্ছুরিত র্যালে রশ্মির পাশে নতুন ভিন্ন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোকমালাকে রামন বর্ণালী বলা হয়। অণু ও আলোর সংঘর্ষে এই বর্ণালীর সৃষ্টি হয়। দেখা গেছে যে, অণুর গঠনের উপরেই এই বর্ণালীর বৈশিষ্ট্য নির্ভর করে। সংঘর্ষের সময় আপতিত আলো কিছু শক্তি হারাতেও পারে বা অণু থেকে শক্তি গ্রহণ করতেও পারে। সংঘর্ষে আলোক-কণা যদি শক্তি হারায়, তখন বর্ণালীতে বেশী তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের রেখা দেখা যায়—যাদের বলা হয় স্টোক রেখা। এই জাতীয় সংঘর্ষে অণু আলো থেকে শক্তি নিয়ে

কম্পনের উচ্চতর স্তরে চলে যায়। অণু উত্তেজিত হয়ে ধাতুকালীনও আবার সংঘাত হতে পারে। এখন অণু আলোক-কণাকে শক্তি দিয়ে নীচের শক্তিস্তরে চলে আসে। এই পদ্ধতিতে রামন বর্ণালীর মধ্যে বিচ্ছুরিত আলো কম তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের হয়ে থাকে। এদের বলা হয় অ্যান্টিস্টোক্ লাইন, অ্যান্টিস্টোক্ রেখার তুলনায় স্টোক্ রেখা দ্বিগুণ তীব্র। কেন না, সাধারণ অবস্থার বেশীর ভাগ অণুই কম্পনহীন শক্তিস্তরের নীচের স্তর অবস্থান করে। ফলে সংঘর্ষের সময় আলোক-কণা থেকেই শক্তি আহরণ করে। তবে তাপমাত্রা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে অ্যান্টিস্টোক্ রেখার তীব্রতাও বৃদ্ধি পায়।

উঃ 4। (ক) বর্তমান সংখ্যায় একাধিক পাতকে এ নিয়ে আলোচনা হয়েছে।

(খ) রাসায়ন-প্রক্রিয়ার প্রয়োগ পদার্থ ও রাসায়নবিদ্যায় আজ খুবই পরিব্যাপ্ত। রামন বর্ণালী বিশ্লেষণ করে বস্তুর অণুর আভ্যন্তরীণ গঠন সহজেই জানা যায়। রাসায়ন-প্রক্রিয়া প্রয়োগ করে স্বল্প পারমাণবিক অণুর আপেক্ষিক ভাপ, বৈজ্যতিক ভ্রামক এবং অপবাপন নিত্যধর্ম নির্ণয় করা যায়। কেমাসের ভৌতধর্ম ও আভ্যন্তরীণ গঠন নির্ণয়ে কেমাসের রামন বর্ণালী সার্থকতার সঙ্গে প্রয়োগ করা হচ্ছে, যা এক্স-রে-র অপবর্তন পদ্ধতির তুলনায় অনেকাংশে নিখুঁত।

রাসায়নবিদ্যায় সব বিভাগেই রামন-প্রক্রিয়ার প্রয়োগ হচ্ছে। পদার্থের রামন বর্ণালী বিশ্লেষণ করে তার রাসায়নিক গঠন-প্রণালী এবং যোজ্যতা জানা সম্ভব। রাসায়ন-প্রক্রিয়ার দ্বারা তড়িৎবিশ্লেষণ ও হাইড্রোলিসিস্ সংক্রান্ত বহু সমস্যার সমাধান সম্ভব হয়েছে। জৈব রাসায়নবিদ্যায় রামন-প্রক্রিয়ার প্রয়োগ দিনের পর দিন বেড়েই চলেছে। বিশেষ করে জৈব রাসায়নিক পদার্থের প্রকৃতি ও তার বিশুদ্ধতা, আইসোমার অণুগুলির মধ্যে পরমাণু-বিন্যাসের পার্থক্য, অতিক্রিয় অণুর গঠন প্রভৃতি নির্ণয়ে রামন-প্রক্রিয়ার প্রয়োগ উত্তরোত্তর বৃদ্ধি পেয়েই চলেছে।

উঃ 5। কোন বিচ্ছুরক মাধ্যমকে এক রঙের তীব্র আলো (যেমন—রুবী লেসার থেকে নির্গত আলো) এবং একই সঙ্গে তীব্র সাধারণ আলো দিয়ে উদ্ভাসিত করলে মাধ্যমের অণু আপতিত এক রঙের আলোর উত্তেজিত বিকিরণ দেয় এবং এর সঙ্গে সাধারণ আলো থেকে অল্প কম্পনাঙ্কের আলো শোষণ করে। এই শোষিত আলোর কম্পনাঙ্ক আপতিত আলোর কম্পনাঙ্কের চেয়ে একটা নির্দিষ্ট কম্পনাঙ্কের কম বা বেশী হয়ে থাকে। নির্দিষ্ট কম্পনাঙ্কটি অণুর দুই শক্তিস্তরের কম্পনাঙ্কের পার্থক্যের সঙ্গে সমান। রামন বর্ণালীতে এই শোষিত স্তরকে বলা হয় ইনভার্স রামন-প্রক্রিয়া।

শ্রীমন্তেশ্বর দে*

* ইনস্টিটিউট অব রেডিও-বিজ্ঞান অ্যান্ড ইলেকট্রনিক্স, বিজ্ঞান কলেজ কলিকাতা-৬

সম্পাদক—শ্রীমোহনচন্দ্র ভট্টাচার্য

শ্রীমন্তেশ্বর দে ভট্টাচার্য কর্তৃক পি-23, রাজা রামমুন্স ট্রাষ্ট, কলিকাতা-6 হইতে প্রকাশিত এবং প্রণয়ন

১৯৭৭ বেনিফিটস লেব, কলিকাতা হইতে প্রকাশক কর্তৃক মুদ্রিত

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

চতুর্বিংশ বর্ষ

এপ্রিল, 1971

চতুর্থ সংখ্যা

ভাসমান মহাদেশ

সৌম্যানন্দ চট্টোপাধ্যায়*

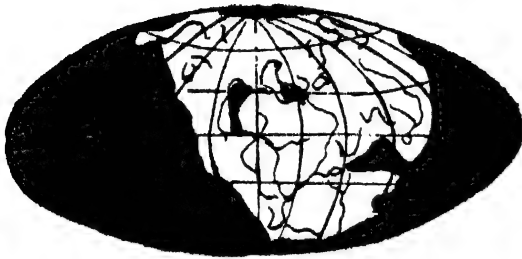
ভাসমান জাহাজ নয়, এমনকি ভাসমান হিম-
শৈলও নয়, এ হলো ভাসমান মহাদেশের কথা।
যে মহাদেশকে আমরা আবহমানকাল অচল,
অনড় বলে ভাবি। কিন্তু সৃষ্টির সূর্য থেকেই বিশ্বের
সমস্ত জিনিষের মতই মহাদেশগুলি ঘুরে বেড়াচ্ছে
পৃথিবীর এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে। অবশ্য
গতি খুবই ধীর। এই ব্যাপারটি প্রথম লক্ষ্য
করেন বাইথানক নামে এক বৈজ্ঞানিক 1877
খ্রীষ্টাব্দে। এটিকে জার্মান বৈজ্ঞানিক ওরেগনার
(Wegner) প্রথম বৈজ্ঞানিক তত্ত্বরূপে 1914 খৃঃ
উপস্থাপিত করেন। তার আগে আমেরিকান
বৈজ্ঞানিক টেলর ও ক্রাসী ভূবিজ্ঞানবিদ স্পাইটার
এই বিষয়ে আলোচনা করেছিলেন। পরবর্তী কালে

ডু টয়েট (Du Toit) এই তত্ত্বটির ভুলত্রুটি
সংশোধন করে এটিকে গ্রহণযোগ্য করবার চেষ্টা
করেন। সম্প্রতি রাশিয়ান ভূ-বিজ্ঞানীরাও এই
তত্ত্বটি মেনে নিয়েছেন।

পৃথিবীর মানচিত্রে দেখা যায় সাতটি মহাদেশ
এশিয়া, ইউরোপ, আফ্রিকা, উত্তর আমেরিকা,
দক্ষিণ আমেরিকা, অস্ট্রেলিয়া ও অ্যান্টার্কটিকা
পরস্পর থেকে বিচ্ছিন্ন। এশিয়া ও ইউরোপই
সবুজ বৃত্ত। চিরদিন এরকম অবস্থা ছিল না।
ধরা বাক, আজ থেকে প্রায় সাড়ে সাইক্লিক
কোটি বছর আগে সিলুরিয়ান যুগে (Silurian

*ভূগোল বিভাগ, কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়,
কলিকাতা-19

age) পৃথিবীর মহাদেশগুলি একটি বিরাট মহাদেশ বা প্যানজিয়া (Pangea) হয়ে অবস্থান করছিল আর তার চারদিকে ছিল নীল সমুদ্র প্যানথালসী (Panthalsea)। এই প্রাগৈতিহাসিক মহাদেশে একাদন ভাঙন দেখা দেয়। সঙ্গে সঙ্গে কয়েকটি খণ্ডে মহাদেশটি বিচ্ছিন্ন হয় ও একে অন্ডের থেকে দূরে সরে যায়। এই ফাটল স্তর হয়েছিল সিলুরিয়ান যুগে এবং ইক্সোসিন (Eccene) যুগে 6 কোটি বছর আগে বিচ্ছিন্ন খণ্ডগুলি পরস্পর থেকে আরও



কার্বনিকেরাস যুগ

(ওরেগন্যারের ধারণাভূবায়ী মহাদেশগুলির উদ্ভব)

দূরে চলে যায়। প্লিস্টোসিন যুগে (Pleistocene age) অর্থাৎ প্রায় 15 লক্ষ বছর আগে মহাদেশগুলি আজকের অবস্থায় আসে। মানচিত্র

আমেরিকার পূর্ব তট ও ইউরোপের পশ্চিম তটও তাই। শুধু তটরেখাই নয়, পাহাড়-পর্বতের অবস্থান ও সেগুলির ভূতাত্ত্বিক উপাদান পর্বস্ত মিলে যায়।

পৃথিবীর ভূ-তাত্ত্বিক ইতিহাসে বিভিন্ন যুগের আবহাওয়ার মধ্যে পরিবর্তন দেখা যায়। বিজ্ঞানীদের বিশ্বাস, আজ থেকে তিরিশ কোটি বছর আগে কার্বনিকেরাস যুগের (Carboniferous age) প্রথমে ভারতবর্ষ অবস্থান করতো দক্ষিণ মেরুর কাছে। তার স্বাক্ষর আছে সে যুগের শিলার বৃকে। এই দেখে বিজ্ঞানীরা বলেছেন যে, পৃথিবীর মেরু অঞ্চল যুগে যুগে স্থান পাটেছে অর্থাৎ মহাদেশগুলি যুগে যুগে নিজেদের অবস্থান বদলেছে।

এই মহাদেশগুলি চলে কি করে? মহাদেশগুলি সিয়াল (Sial) নামে হালকা পাথরে তৈরি বলে সেগুলি ভাসছে তদপেক্ষা ভারী সিম্যা (Sima) পাথরে—অনেকটা সমুদ্রে হিমশৈলের মত। তবে এখানে জলের পরিবর্তে ভারী সিমাজাতীয় শিলা—যা নাকি এমন অবস্থায় আছে, যা তরলও নয়, কঠিনও নয়। এই সিয়াল শিলা সিলিকন, অ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদিতে



প্লিস্টোসিন যুগ

(ওরেগন্যারের ধারণাভূবায়ী মহাদেশগুলির উদ্ভব)

লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, দক্ষিণ আমেরিকার পূর্ব তটরেখা আফ্রিকা মহাদেশের পশ্চিম তটরেখার সঙ্গে খাণ্ডে খাণ্ডে মেলে এবং উত্তর

তৈরি হালকা বৌগিক পদার্থ আর সমুদ্রের তলার সিম্যা হলো সিলিকন, ম্যাগনেসিয়াম, লৌহ ইত্যাদিতে তৈরি ভারী বৌগিক পদার্থ।

এখন এই বৈজ্ঞানিক সত্যটি অবিস্মৃত মনে হলেও এর দ্বারা অনেক ভূতাত্ত্বিক সমস্যার সমাধান হয়েছে। প্রথমতঃ পৃথিবীর বিভিন্ন যুগে কেমন করে আবহাওয়া ও তার ফল হিসাবে উদ্ভিদ-জগতের পরিবর্তন হয়েছিল, তারই স্বাক্ষর পাওয়া যায় ভূতাত্ত্বিক ইতিহাসের পাতায়, যেমন—গণ্ডারান্না যুগে মধ্য ও দক্ষিণ ভারতের অংশবিশেষে জলবায়ুগত কারণে ঘন অরণ্যের সৃষ্টি হয়। এই সব উদ্ভিদ বিরাটাকার সমস্ত বৃক্ষের জলে পলিমাটি চাপা পড়ে বহুকাল পরে করলার রূপান্তরিত হয়।

এছাড়া পৃথিবীর প্রধান পর্বতগুলির উদ্ভবের ব্যাপারেও সন্তোষজনক আলোকপাত সম্ভব হয়েছে এই বৈজ্ঞানিক সত্যের সাহায্যে। ওয়েগনার বলেছেন যে, মহাদেশগুলির বিসুবরেখামুখী গতির জন্মেই আল্পস ও হিমালয় পর্বতের সৃষ্টি হয়েছে। তটদেশে প্রতিহত হয়ে সমুদ্র যেমন ঢেউ সৃষ্টি করে, তেমনি এশিয়া ও ইউরোপ মহাদেশ বিসুবরেখার দিকে চলবার সময় ঘর্ষণের মধ্য দিয়ে সৃষ্টি করেছে পূর্ব-পশ্চিমে বিস্তৃত হিমালয় ও আল্পস পর্বতকে। টাশিরারী যুগে



টাশিরারী যুগ

(ওয়েগনারের ধারণামুযায়ী মহাদেশগুলির উদ্ভব)

অর্থাৎ প্রায় দেড় কোটি বছর পূর্বে এভাবেই উত্তর আমেরিকার রকি ও দক্ষিণ আমেরিকার আন্দিজ পর্বতের সৃষ্টি হয়েছিল।

যে সব পর্বতশ্রেণী ভূতাত্ত্বিক বিচারে সম-

সাময়িক এবং একই শ্রেণীর শিলার তৈরি, সে-গুলিকে অনেক সময়ে মহাসাগরের উত্তর তীরে মুখোমুখী অবস্থায় পাওয়া গেছে। সে অবস্থার সেগুলিকে দেখে স্পষ্টই বোঝা যায় যে, কোন কালে তারা একই পর্বতশ্রেণীভুক্ত ছিল; কিন্তু মহাদেশ-গুলি ভেঙ্গে সরে যাওয়ার মহাসাগরের দু-পারে দু-অংশ চলে গেছে। ব্রেজিলের উপকূলের পর্বত-শ্রেণী সন্দেহে এই কথা খাটে। আর উত্তর আমেরিকার অ্যাপালাশিয়ান পর্বতমালা সন্দেহেও এই একই কথা বলা চলে, কারণ তার প্রাচীন প্রান্তর হঠাৎ নোভোস্কোশিয়াতে খণ্ডিত হয়ে আবার নিউফাউন্ডল্যান্ড, গ্রীনল্যান্ড ও পূর্ব আয়ারল্যান্ডে দেখা দিয়ে স্কটল্যান্ডের গ্রানিটায়ান পর্বতমালার গিয়ে শেষ হয়েছে।

সম্প্রতি নিউইয়র্কে ব্রস হিজেন (Bross Hijen) নামে এক বৈজ্ঞানিক বলেছেন যে, ভারতবর্ষ গত দশ কোটি বছর ধরে ক্রমশঃ ৩৭,০০০ মাইল উত্তরে সরে গেছে। এটা তাঁর একার মত নয়, ইউ-নেস্কোর কার্যক্রম অফসারে চব্বিশটি দেশ থেকে দু-হাজার বৈজ্ঞানিক ও বিশেষজ্ঞ পাঁচ বছর ধরে গবেষণা করে এই সিদ্ধান্তে পৌঁচেছেন।

মহাদেশগুলির সঞ্চরণশীলতার স্বপক্ষে প্রাগী-তাত্ত্বিক প্রমাণও রয়েছে। উদাহরণস্বরূপ গিনি-পিগ, চিনচিল্লা, নানাপ্রকার স্থলচর অদ্ভুত শামুক একান্তভাবে অরণ্যজ এবং উইপোকার টিবিতে বারা ডিম পাড়ে, সেই জাতের টিকটিকি—এই সব প্রাণীদের নাম করা যায়, যাদের দেখা যায় মাত্র দক্ষিণ আমেরিকা ও আফ্রিকা মহাদেশে। দক্ষিণ আমেরিকার সব রকম মাছ ও নির্মল জলের অধিবাসী প্রাণীর নিকট আত্মীয়ের সন্ধান পাওয়া যায় আফ্রিকাতে। এদের মধ্যে আছে বৈজ্ঞাতিক ইল এবং লাঙ্ ফিস বা ফুসফুস-যুক্ত মাছ, বারা বিস্তীর্ণ আবহাওয়া জলাভূমির জলের উপরকার নোংরা স্তর ভেদ করে নাক উঁচু করে মাঝে মাঝে ফুসফুস ভাঁত করে বাতাস টেনে

নেয়। একটি বিরাট মহাসাগরের দুই তীরের বিশিষ্ট প্রাণীদের এত বেশী মিল থাকবার একমাত্র সম্ভাব্য কারণ, এই মহাদেশ দুটি এককালে যুক্ত ছিল।

আটলান্টিক মহাসাগরের ঠিক মাঝখানে জলের তলদেশ দিয়ে উত্তর-দক্ষিণে বিস্তৃত দুই মহাদেশের উপকূলরেখার সমান্তরালভাবে অবস্থিত দেখা যায় একটি বৃহৎ শৈলশিরা (Mid-Atlantic Ridge)। এটি দেখে মনে হয়, দুই মহাদেশ যে জায়গায় একে অপর থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে গেছে, সেই বরাবরই এক অংশ জলের তলার থেকে গেছে।

উদ্ভিদ-বিজ্ঞানীরাও ওয়েগনারকে সমর্থন করেছেন। উত্তর মেরুবৃত্তের 300 মাইল উত্তরে গ্রীনল্যান্ডের একটি খাদে পুরাতন বইয়ের পাতার মত পরস্পর বিচ্ছিন্ন, ভেটজাতীয় প্রস্তরের পাতলা স্তর দেখা যায়। সেই সব স্তরের প্রত্যেকটিতেই যে ধরণের উদ্ভিদের চিহ্ন পরিষ্কার, যথা—সাসাক্রাস, উত্তর আমেরিকার এক ধরণের গাছ, বার বাকল থেকে ওষুধ তৈরি হয়, সাইকামোর ডুমুর জাতীয় গাছ ও তার পাতা ডানায়ুক্ত এলুম বীজ—তাদের কোনটিই খাটি মেরু অঞ্চলের উদ্ভিদ নয়, এরা সবই নাভিশীতোষ্ণ মণ্ডলের বনাঞ্চলের উদ্ভিদ। গ্রীনল্যান্ডে সালিকফ্রেজ গাছের যে সমাবেশ দেখা যায়, তা পৃথিবীর অন্তর্ভুক্ত—এমন কি, হিমালয়েও দেখা যায়। এই ফুল গাছের বংশবিস্তারে কোন বীজের দরকার হয় না। ক্ষুদ্র এক-একটি কাণ্ডের সাহায্যে অদূরে এক-একটি করে অঙ্গুর রোপণ করেই এরা বংশবিস্তার করে। এই উপায়ে হাজার হাজার বছরে এরা হরতো করে কয়েক হাজার মাইল বেতে পারে, কিন্তু মহাসাগর অতিক্রম ছুঁপাধ্য ব্যাপার। সুতরাং ওয়েগনারের মতে—উত্তর আমেরিকা ও গ্রীনল্যান্ডের সংযুক্তিই এর সম্ভাবজনক ব্যাখ্যা।

প্রায় 20 কোটি বছর আগে পৃথিবীর বৃহত্তম

ভূবার যুগ বিস্তার লাভ করেছিল দক্ষিণ মেরু থেকে। এখানে সেখানে বিচ্ছিন্ন বৃহদাকার প্রস্তর, জলের তলার পাললিক শিলার স্তর ও শিলার গায়ের হিমবাহের ঘর্ষণজনিত দাগ প্রভৃতি থেকে অনুমান করা হয় যে, প্রাচীন হিমবাহ দক্ষিণ আমেরিকা মহাদেশকে উত্তরে নিরক্ষীয় অঞ্চল পর্যন্ত বরফ ঢেকে কেলেকছিল ও সেই সঙ্গে পশ্চিম অস্ট্রেলিয়া ও ভারতবর্ষ ভূবারাবৃত হয়ে পড়েছিল। কিন্তু এই হিমবাহের দক্ষিণ আমেরিকার নিরক্ষীয় অঞ্চলে পৌঁছাবার কথা নয় বা নিরক্ষরেখা পেরিয়ে ভারতে চলে আসাও আশ্চর্য ব্যাপার। কারণ নিরক্ষরেখা সব সময়েই সূর্য থেকে উত্তাপ সংগ্রহ করে যথেষ্ট উত্তপ্ত থাকে, বার কলে হিমবাহ এখানে পৌঁছবার আগেই গলে যাবে। বর্তমানেও নিরক্ষীয় অঞ্চলে হিমরেখা দেখা যায় সমুদ্রতল থেকে 18000 ফুট উপরে। ওয়েগনার বলেন যে, মহাদেশগুলির চলমান প্রকৃতির জন্তেই এটা সম্ভব হয়েছিল। এই ভূবার যুগের সময়ে অ্যান্টার্কটিকা, দক্ষিণ আমেরিকা, ভারতবর্ষ ও অস্ট্রেলিয়া নিশ্চয়ই একটি প্রকাণ্ড মহাদেশের অন্তর্ভুক্ত ছিল, যা তাঁর মতে গণ্ডোরানা মহাদেশ।

প্রাচীন হিমবাহগুলি গলে যাবার পরে ভূত্বা অঞ্চলে এক ধরণের গুণ জন্মায়, বা পৃথিবীর অস্ত্র কোথাও আগে দেখা যায় নি। এর নাম গ্লোসেপটরিস ও এটি শীতল আবহাওয়ার উপযোগী পুরু কর্কশ জিহ্বার আকৃতির পাতাযুক্ত এক প্রকার ফাণ জাতীয় উদ্ভিদ। এই উদ্ভিদের জীবাশ্ম দেখা গেছে আর্জেন্টিনা, ব্রাজিল, মধ্য আমেরিকা, দক্ষিণ ভারত, অস্ট্রেলিয়া এবং অ্যান্টার্কটিকাতে। যেহেতু এই উদ্ভিদের পক্ষে হাজার হাজার মাইল সমুদ্র অতিক্রম করা অসম্ভব, সুতরাং এর একমাত্র কারণ গণ্ডোরানা মহাদেশের অস্তিত্ব।

প্রাচীন যুগে হিমবাহ বধন গলে যায় ও গ্লোসেপটরিস উদ্ভিদ বিস্তার লাভ করে, তখন সেই

বিরাট ভূখণ্ড ঘুরতে ঘুরতে উত্তর দিকে ভেসে, চলে। এই আবর্তনের টানে সমগ্র আফ্রিকা দক্ষিণ আমেরিকা ও আরও ছুটি বিরাট ভূখণ্ড বিচ্ছিন্ন হয়ে পড়ে। ভারতবর্ষ ভাসমান অবস্থার ক্রান্তীর অঞ্চলে, বর্তমান এশিয়া মহাদেশের উত্তরাংশ আদ্যারা ভূখণ্ডের সঙ্গে ধাক্কা খেয়ে সেখানেই হিমালয়ের সৃষ্টি করে। অষ্ট্রেলিয়া বার তার বর্তমান স্থানে। আদি গণ্ডারান্না মহাদেশের বাকীটা তারপরেও দক্ষিণে এগিয়ে গিয়ে সেখানকার ঠাণ্ডার জমে বিপুলারতন সাদা বরফের চূড়ার তলার চাপা পড়ে থাকে। আধুনিক যুগে দক্ষিণ মেরু অভিযাত্রীরা ভূগর্ভে শব্দ প্রেরণ ও গ্রহণ করে অ্যান্টার্কটিকা মহাদেশের বরফের নীচে মহাদেশীয় অস্থপাতের বিরাট কাটল ও গহ্বরের সন্ধান পেয়েছেন, যা সম্ভবতঃ সেই স্থলভাগের অতীতের নানা অতি-যানের চিহ্ন।

মহাদেশীয় সঞ্জনশীলতার সবচেয়ে নির্ভর-যোগ্য প্রমাণ নবাবিকৃত জীবাশ্ম-চূষকত্ব। স্থলভাগের শিলার উপাদানে থাকে গলিত লাভা বা জলযুক্ত পলল শিলাকণা, বার মধ্যে চূষকত্ব প্রাপ্ত আগ্নেয়কণিক জংঘরা লৌহকণিকা বা আয়রন অক্সাইড সহজেই আবর্তন করতে পারে। এই শিলার উপাদান কঠিন হবার আগেই এই লৌহকণিকাগুলি কম্পাশ যন্ত্রের কাঁটার মত উত্তর দিক নির্দেশ করে নিজেদের স্থান গ্রহণ করে। শিলার উপাদান, আকৃতি, গঠন ও অবস্থান থেকে যেমন ভূ-বিজ্ঞানীরা ভূতাত্ত্বিক কালপঞ্জী অল্পস্বল্পে তার প্রকৃত বয়স বলে থাকেন, তেমনি জীবাশ্মস্থিত চূষকত্বপ্রাপ্ত জংঘরা লৌহকণিকাক্রূপ কম্পাশ যন্ত্রের নির্দেশ থেকে তারা বলতে পারেন যে, ঐ শিলা বা শিলান্তর প্রথম বয়স সেখানে সঞ্চিত হয়েছিল, তখন সেখানের অক্ষাংশ, দ্রাঘিমাংশ কত ছিল। এর বলে দেখা গেছে, পৃথিবীর উত্তর দিক বিভিন্ন সময় বিভিন্ন দিকে নির্দেশিত হয়েছিল। চূষকের

উত্তর দিক পাওয়া যাচ্ছে এখনকার মধ্য প্রশান্ত মহাসাগরে হাওয়াই দ্বীপের কাছে, জাপানে এবং আরও পরে সাইবেরিয়ার কাম্চাট্কাতে। কিন্তু পৃথিবী হলো একটি ভাল জাইরোস্কোপ, যা একটি স্থির কোণে আবর্তন করেছে। ফলে এর মেরু খুব বেশী সরে যাওয়া অসম্ভব। কাজেই জীবাশ্ম-চূষকের বিভিন্ন সময় বিভিন্ন দিকে উত্তর মেরু নির্দেশের অর্থ এই নয় যে, উত্তর মেরু স্থান পরিবর্তন করেছে। কিন্তু তার পরিবর্তে যে সব মহাদেশে ঐ সব শিলা বা শিলান্তর জমা হয়েছে, সেগুলিই ভূপৃষ্ঠের উপর স্থান পরিবর্তন করে বেড়াচ্ছে।

বর্তমানে লণ্ডনের ইম্পিরিয়াল কলেজের পদার্থবিজ্ঞান অধ্যাপক পি. এম. এস. ব্লাকেট বলেছেন, ভারতীয় শিলার পরীক্ষার দ্বারা সন্দেহাতীতভাবে প্রমাণিত হয় যে, সাত কোটি বছর আগে ভারত নিরক্ষরেখার দক্ষিণে অবস্থিত ছিল। তেমনি দক্ষিণ আফ্রিকার শিলা দেখেও প্রমাণিত হয়েছে যে, সমগ্র আফ্রিকা মহাদেশ গত ত্রিশ কোটি বছর ধরে দক্ষিণ মেরুর উপর দিয়ে ভেসে গেছে।

তাহলে মহাদেশগুলির ভৌগোলিক স্থান পরিবর্তনের কারণ কি? বহু বছর ধরে পৃথিবীতে এমন কোনও শক্তি জানা ছিল না, বার দ্বারা কোন মহাদেশের স্থান ত্যাগ সম্ভব মনে করা যেতো। কেউ কেউ মনে করতেন, এর উৎস হলো পৃথিবীর কেন্দ্রাতিগ বল, বা মহাদেশগুলিকে বিয়ুরেখার দিকে যেতে বাধ্য করেছে। আবার একটি হচ্ছে জোয়ার-ভাঁটার শক্তি, বা মহাদেশগুলির গতি পশ্চিমমুখী করেছে। সেই সঙ্গে পৃথিবীর ভিতরের তাপ বেরিয়ে যাওয়ার ভূষক ক্রমশঃ শীতল ও সঙ্কুচিত হয়ে কেটে গিয়ে মহাদেশগুলিকে গতিশীল করে অনেকে এই মতবাদের বিপক্ষে ছিলেন। তাঁদের মতে, গাণিতিক দিক থেকে এত বড় একটা মহাদেশকে এত দূরে সরাতে আরও বেশী

শক্তির দরকার, যে শক্তির জোরে পৃথিবীর ঘোরাই বন্ধ হতো। এতদিনে আন্তর্জাতিক ভূ-পদার্থ বিজ্ঞান বছরের সংগৃহীত তথ্যের ভিত্তিতে একটি শক্তির আবিষ্কার হয়েছে, যার নাম পরিবহন প্রবাহ বা তাপ প্রবাহ, যা যে কোন বস্তুর মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হয়, তাতেই একটি সক্রিয় গতির সৃষ্টি করে। পরিবহন প্রবাহসমূহের উৎপত্তি হয়েছে পৃথিবীর কেন্দ্রের তেজস্ক্রিয়তা থেকে। কেন্দ্র থেকে উৎপন্ন এই প্রবাহগুলি পৃথিবীর উপরের

আবরণের নীচের শিলাস্তরেরও নীচের 2,000 মাইল পুরু স্তরের মধ্য দিয়ে বৃত্তাকারে বয়ে গিয়ে একটি পূর্ণ আবর্ত সৃষ্টি করে পুনরায় কেন্দ্রে ফিরে আসে।

বিংশ শতাব্দীর বিজ্ঞানের এই দ্রুত অগ্রগতির যুগে মানুষ মহাকাশ ও অল্প গ্রহের সম্বন্ধে খবর নেবার ক্ষেত্রে খুবই সচেষ্ট অথচ মজার কথা এই যে, তার নিজের পৃথিবীর অনেক খবরই এখনও পরিপূর্ণভাবে সে জানতে পারে নি।

উৎপাদক রিয়াক্টর

দেবেন্দ্রবিজয় গুপ্ত

মৎস্ত ও তৈল উত্তরের মূল্য যে হারে বৃদ্ধি পাইতেছে, তাহাতে মৎস্তভোজীদের শক্তি হইবারই কথা। এই অবস্থার যদি কেহ দাবী করে এবং তাহা সত্য বলিয়া প্রমাণিত হয় যে, তাহার পুষ্টিরীতির মৎস্ত ভাজিবার সূত্রতে বৎ-সামান্য তৈলের প্রয়োজন হইলেও শেষে যে পরি-মাণ তৈল নির্গত হইবে, তাহাতে সবগুলিই উত্তম-রূপে ভাজা যাইবে ও কিছু উষ্মও থাকিবে— তাহা হইলে নিশ্চয়ই আনন্দের কথা।

বাগ্যার্থে না হইলেও লক্ষ্যার্থে এই ‘মৎস্তের তৈলে মৎস্ত ভাজা’ লইয়া বিজ্ঞানীদের নিরন্তর গবেষণার ফল হইল উৎপাদক রিয়াক্টর (Breeder reactor)। ইহাতে কিছু পরিমাণ পারমাণবিক জ্বালানী দিয়া কাজ সূত্র করিতে হয় বটে, কিন্তু পরে অল্প ধরণের যে জ্বালানীর সৃষ্টি হয়, তাহা পূর্বের জ্বালানীর চেয়ে অনেক বেশী।

পরমাণুর শক্তি সম্বন্ধীয় কর্মসূচীতে প্রথমেই যাহা উল্লেখযোগ্য, তাহা হইল ইউরেনিয়াম। স্বাভাবিক ইউরেনিয়ামের প্রায় সমস্তটাই হইল দুই ধরণের ইউরেনিয়ামের সহাবস্থান— ইউরেনিয়াম

235 এবং ইউরেনিয়াম-238। ইহারা সমস্থানিক (Isotopes) অর্থাৎ রাসায়নিক গুণের বিচারে অভিন্ন, তিন্ন শুধু পারমাণবিক ওজন, তথা ভৌত (Physical) গুণাবলীতে। 100 গ্রাম ইউরেনিয়ামের 99.3 গ্রামই হইল ইউরেনিয়াম-238, বাকীটা ইউরেনিয়াম-235। মাত্রালঘিষ্ট হইলেও শেষেরটিই শুধু জ্বালানী হিসাবে ব্যবহারযোগ্য।

ইউরেনিয়ামের ভাঙার এমনিতেই আমাদের সীমাবদ্ধ; তার আবার জ্বালানী-অজ্বালানীর এই তীব্র বৈষম্য! এদিকে আরও একটি পদার্থের ব্যাপারে আমাদের ভাঙার বিশ্বের সবচেয়ে সমৃদ্ধ—সেটি হইল থোরিয়াম (Thorium)। কিন্তু হইলে কি হয়, এটি সোজাভুজি জ্বালানী হিসাবে ব্যবহার করা যায় না। সমুদ্রের জলভাণ্ডার অসীম, কিন্তু প্রয়োজনে এক গ্রাস পানীর জলও পাওয়া যায় না। তবুও বিজ্ঞানের এই অগ্রগতির দিনে আমরা কি হাত-পা শুটাইয়া বসিয়া থাকিব? নিশ্চয়ই নয়। সমুদ্রের লবণাক্ত জলকেও পানীয় জল হিসাবে ব্যবহার করা সম্ভব, সম্ভব থোরিয়াম হইতে পরমাণু-শক্তির উৎপাদন।

এখন আবার আগের প্রসঙ্গে ফিরিয়া যাই। ইউরেনিয়ামের বেশীর ভাগই (ইউরেনিয়াম-২৩৮), বাহা আলানী হিসাবে অকেজো, তাহা নিউট্রন শোষণ করিয়া অল্প মৌলে পরিণত হয়। প্রথমে নেপচুনিয়াম-২৩৭ পরে প্লুটোনিয়াম-২৩৭ (Pu^{239})। এই প্লুটোনিয়াম-২৩৭ হইল পারমাণবিক আলানী।

ইউরেনিয়াম (ইউরেনিয়াম-২৩৮) হইতে পাওয়া প্লুটোনিয়াম (প্লুটোনিয়াম-২৩৭) অল্প এক ধরনের রিয়াক্টরে আলানী হিসাবে ব্যবহার করা হয়। এই আলানীর চারপাশে রাখা হয় থোরিয়াম ($Th-232$)। কেন্দ্র বিভাজনের

সময় যে সব নিউট্রনের সৃষ্টি হয়, সেগুলি থোরিয়াম কেন্দ্রকে (Nucleus) শোষিত হয়; ফলে ইউরেনিয়াম-২৩৩-এর সৃষ্টি হয়। এই ইউরেনিয়াম-২৩৩ বেশ কিছুটা উৎপন্ন হইবার পর আসে শেষ পর্যায়ের কাজ। এখানে আর এক ধরনের রিয়াক্টরে ইউরেনিয়াম-২৩৩-কে আলানী হিসাবে ব্যবহার করা হয় ও চারপাশে আবার থোরিয়াম রাখা হয়। আগের মতই এই থোরিয়াম ইউরেনিয়াম-২৩৩-এ পরিণত হয়। যেটুকু আলানী দিয়া কাজ সুরু হয়, শেষে তদপেক্ষা আরও অধিক আলানী পাওয়া যায়। ব্যাপারটি সংক্ষেপে এইরূপ দাঁড়ায় :

- (১) ইউরেনিয়াম $\left(\begin{array}{l} \text{আলানী } 0.7\% \\ \text{অআলানী } 99.3\% \end{array} \right) \xrightarrow[\text{অআলানী ইউরেনিয়াম}]{\text{নিউট্রন প্রতিক্রিয়া}} \begin{array}{l} \text{প্লুটোনিয়াম-২৩৭} \\ \text{(আলানী)} \end{array}$
- (২) প্লুটোনিয়াম-২৩৭ + থোরিয়াম-২৩২ \longrightarrow ইউরেনিয়াম-২৩৩
(আলানী) (অআলানী) (আলানী)
- (৩) ইউরেনিয়াম-২৩৩ + থোরিয়াম-২৩২ \longrightarrow ইউরেনিয়াম-২৩৩
(আলানী) (অআলানী) (আলানী)

বিজ্ঞানীর। উৎপাদক রিয়াক্টরের এই অশেষ সম্ভাবনার বিষয় লইয়া চিন্তা করিয়াছেন এবং ইতিমধ্যে কাজও সুরু হইয়াছে। সত্তরের দশকের পারমাণবিক শক্তি সংক্রান্ত যে কর্মসূচী হাতে লওয়া হইয়াছে, তাহাতে অল্পাল্প রিয়াক্টরের সন্ধে রহিয়াছে দুইটি উৎপাদক রিয়াক্টর নির্মাণের কাজ। মোট শক্তির মাত্রা স্থির করা হইয়াছে ২'৭০০ মেগাওয়াট। নির্মিত ও নির্মাণমান সব রিয়াক্টর হইতে যে পরিমাণ প্লুটোনিয়াম পাওয়া যাইবে, তাহাতে প্রতি বৎসর ৪০০-৫০০ মেগাওয়াট শক্তিসম্পন্ন একটি করিয়া রিয়াক্টর নির্মাণের কাজ হাতে লওয়া সম্ভব।

অল্পাল্প করেই উন্নতিশীল দেশ ইউরেনিয়াম সম্পদে আমাদের অপেক্ষা অনেক বেশী সমৃদ্ধ হইলেও থোরিয়াম হইতে পারমাণবিক আলানী উৎপন্ন করিবার রিয়াক্টর লইয়া বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ

গবেষণার কাজ চালাইতেছে। উদাহরণস্বরূপ ফ্রান্সের কথাই ধরা যাক। উৎপাদক রিয়াক্টর সংক্রান্ত পরীক্ষা-নিরীক্ষায় ইতিমধ্যেই সেখানে ২০০ কোটি টাকা খরচ হইয়াছে। শিক্ষা, তথ্য গবেষণা ণাতে আমাদের দেশে ব্যয়-বরাদ্দ বোধ করি সর্বাপেক্ষা কম। এই অবস্থার অনুরূপ খরচের কথা কল্পনা করাও যায় না। তবুও অল্পাল্প দেশের গবেষণালব্ধ ফল হইতে আমরাও উপকৃত হইতে পারি।

করাসী পারমাণবিক শক্তি সংস্থার সহিত ইতিমধ্যেই আমাদের একটি চুক্তি সম্পন্ন হইয়াছে। প্রথম অবস্থায় যাত্রাজের কলপকমে ছোট ধরনের একটি উৎপাদক রিয়াক্টর বসানো হইবে ১৯৭৪-'৭৫ সালের মধ্যে। দ্বিতীয় পর্যায়ে তৈয়ারী হইবে একটি উৎপাদক-চুল্লী গবেষণা কেন্দ্র। সেখানে বিভিন্ন ধরনের উৎপাদক চুল্লী, তাহাদের গঠন-ঠেশী, যান্ত্রিক কলাকৌশল ইত্যাদি সম্পর্কীয় গবেষণা

এবং ভবিষ্যতের রিসার্চের সংক্রান্ত সব কিছু পরি-
কল্পনা হাতে লওয়া হইবে।

যে সকল দেশ উৎপাদক রিসার্চের নির্মাণ
বিষয়ে সাফল্য লাভ করিয়াছে, তাহাদের মধ্যে
উল্লেখযোগ্য হইল পশ্চিম জার্মেনী, ব্রুটেন (DRF
পর্ষদ), রাশিয়া (BR-5), আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্র
(EBR পর্ষদ) এবং ক্রাজ (Rhapsodie)।
ইহারা ইতিমধ্যেই 250-350 মেগাওয়াট শক্তি-
সম্পন্ন উৎপাদক রিসার্চের কাজ আরম্ভ করিয়াছে
এবং অদূর ভবিষ্যতে সম্পন্ন হইবে এইরূপ আরও
অনেক উচ্চশক্তিসম্পন্ন প্রকল্পের কাজ হাতে
লইয়াছে।

শক্তির উৎপাদন ও তাহার সর্বব্যবহার দেশের
সমৃদ্ধির মানদণ্ড। জলবিদ্যুৎ ও তাপবিদ্যুৎ

এখনও পর্যন্ত আমাদের দেশের শক্তির প্রধান
উৎস। কিন্তু চাহিদা ও উৎপাদনের মধ্যে
রহিয়াছে বিরাট এক ব্যবধান। এই ব্যবধান অস্বস্তি:
আংশিকভাবে পূরণ করিবে পারমাণবিক শক্তি।
তারাপুরে ইতিমধ্যেই তাহার শুভ সূচনা হইয়াছে।
কিন্তু পূর্বেই বলিয়াছি, ইউরেনিয়ামের তাপের
আমাদের খুবই সীমিত। এদিকে থোরিয়ামের
তাপের অকুরন্ত। তাই থোরিয়াম হইতে পার-
মাণবিক জ্বালানী উৎপাদনের এই প্রকল্পের বাস্তব
রূপায়ণে দেশে এক নূতন গৌরবোজ্জ্বল অধ্যায়ের
সূচনা হইবে। কারণ আমাদের অভুলনীর থোরিয়াম
সম্পদ, বাহা জ্বালানী হিসাবে এতদিন নিতান্তই
অব্যবহার্য ছিল, তাহাকে শক্তি-উৎপাদনের
নামভূমিকার দেখিতে পাইব।

জৈব ও অজৈব তত্ত্ব

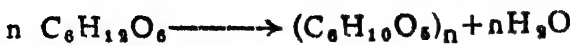
শ্রীশ্রীকুমার শেঠ

জৈব তত্ত্বের মূল উপাদান হলো সেলুলোজ।
সেলুলোজ হলো একটি জটিল জৈব রাসায়নিক
বৌগ। এটি উদ্ভিদদেহের একটি মূখ্য উপাদান, যা
উদ্ভিদদেহে সঞ্চিত হয় প্রাকৃতিক রাসায়নিক বিক্রিয়ার।
উদ্ভিদ তার পাতার দ্বারা বা ট্রোমাটার সাহায্যে
বায়ুর কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্রহণ করে এবং

দেহের জল ও সূর্যকিরণের সাহায্যে পাতার
সবুজ-কণিকা বা ক্লোরোফিলের আশ্রয় কার্য-
কারিতায় নিজদেহে প্রথমে গ্লুকোজ এবং তা-
থেকে পরে সেলুলোজ উৎপন্ন করে। উদ্ভিদের
এই জৈব প্রক্রিয়াকে ফটোসিন্থেসিস বা
অজার-আকৌকরণ বলা হয়।



গ্লুকোজ



n = একটি বড় সংখ্যা সেলুলোজ

প্রকৃতির বিভিন্ন রাসায়নিক প্রক্রিয়ার উদ্ভিদ-
দেহের একরূপ শত শত গ্লুকোজ অণু যুক্ত হয়ে

এক একটি বৃহদাকারের সেলুলোজ অণু গঠিত
হয়। এই সংযোগকালে দুটি পাশাপাশি গ্লুকোজ

অগ্নি থেকে এক অগ্নি জল বেরিয়ে যায় আর বাকী অংশ পরস্পর জুড়ে যায়।

উদ্ভিজ্জ পদার্থমাত্রই প্রধানত: সেলুলোজ জাতীয় পদার্থে গঠিত। কাঠের তন্তু, নানা রকম উদ্ভিজ্জ আঁশ, তুলা প্রভৃতির মুখ্য উপাদান হলো সেলুলোজ। তুলা বা কাঠের মণ্ড থেকে আমরা প্রায় বিপুল সেলুলোজ পেতে পারি। আর এই উদ্ভিজ্জ সেলুলোজকে ভিত্তি করেই গড়ে উঠেছে কাগজ-শিল্প, নানাবিধ বিস্ফোরক পদার্থ, সেলুলয়েড, সেলোফেন, রেজিন প্রভৃতি নানারকম অত্যন্ত চর্ষ ও অতি প্রয়োজনীয় পদার্থ।

আমরা বঙ্গশিল্পে জৈব তন্তুর কৃত্রিম-ব্যবহার সম্বন্ধে এখানে আলোচনা করবো। কৃত্রিম রেশম বা রেরন, টেরিলিন প্রভৃতির সঙ্গে আজ আমরা বেশ তালতাবেই পরিচিত। বঙ্গশিল্পে এগুলির ব্যবহার উত্তরোত্তর বৃদ্ধি পাচ্ছে।

রেশম হলো কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত জৈব তন্তু, যার রাসায়নিক ভিত্তি হলো সেলুলোজ। রেশম শিল্প গত ষাট বছরে পৃথিবীতে অস্বাভাবিকভাবে বৃদ্ধি পেয়েছে। 1890 সালে সারা পৃথিবীতে রেশম উৎপন্ন হয়েছিল মাত্র 30,000 পাউণ্ড, যেখানে 1940 সালের মোট উৎপাদন হলো 2,380,000,000 পাউণ্ড। রেশম প্রস্তুতের বেশ কতকগুলি পদ্ধতি রয়েছে। যেমন:—

- (1) সেলুলোজ-নাইট্রেট পদ্ধতি।
- (2) কিউপ্রা-অ্যামোনিয়াম পদ্ধতি।
- (3) সেলুলোজ-অ্যাসিটেট পদ্ধতি।
- (4) ভিস্কোস পদ্ধতি।

1963 সালে পৃথিবীর সমগ্র রেশম উৎপাদনের 73.5 শতাংশ ভিস্কোস পদ্ধতিতে, 23.5 শতাংশ অ্যাসিটেট পদ্ধতিতে ও 3 শতাংশ কিউপ্রা-অ্যামোনিয়াম পদ্ধতিতে উৎপাদিত হয়েছে। নাইট্রেট-সেলুলোজ পদ্ধতি আজকাল প্রায় অচল আর বাকী পদ্ধতিগুলির মধ্যে ভিস্কোস

পদ্ধতির গুরুত্বই সর্বাধিক। সুতরাং এর শিল্প-প্রস্তুতি সম্বন্ধে সংক্ষেপে আলোচনা করা হচ্ছে।

ভিস্কোস পদ্ধতি

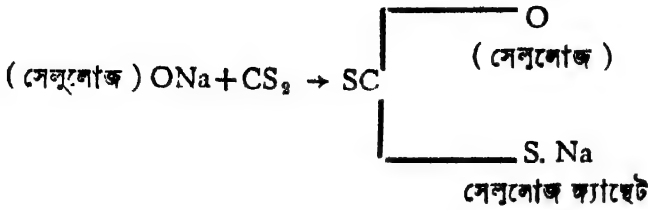
1893 সালে ছ-জন ব্রিটিশ রসায়ন-বিজ্ঞানী বিভান ও ক্রশ যুগ্মভাবে এই পদ্ধতির উদ্ভাবন করেন। এই পদ্ধতিটি ফরাসী দেশে বিজ্ঞানী শারদোন কর্তৃক 1889 সালে উদ্ভাবিত কৃত্রিম রেশম উৎপাদনের পদ্ধতিরই প্রায় অসুত্রপ।

সেলুলোজের উৎস:—এই পদ্ধতিতে সেলুলোজ উৎপাদনের প্রধান উৎস হলো কাঠের মণ্ড বা বিপুলজিত তুলার আঁশ। বর্তমানে অবশ্য কাঠের মণ্ডই বেশী ব্যবহৃত হয়। কারণ এতে আল্কা সেলুলোজ রয়েছে শতকরা 88 থেকে 98 ভাগ। প্রথমে কাঠকে পাতলা পাত্রে কেটে নেওয়া হয়, তারপর এগুলির সঙ্গে অ্যাসিড সালফার নামক রাসায়নিক পদার্থ মিশিয়ে বেশ কয়েক দিন তাপ ও জলীয় বাষ্প-নিরঞ্জিত আবদ্ধ কক্ষে রেখে দেওয়া হয়। এর ফলে কাঠের জৈব ও খাতব অংশ দ্রবীভূত হয়ে বেরিয়ে যায় আর তার সেলুলোজ বা কাঠের তন্তুগুলি বিচ্ছিন্ন হয়ে তুলার মত হয়ে পড়ে।

অ্যালকালি সেলুলোজ—এই কাঠের মজ্জা ঠিকমত প্রস্তুত হবার পর সেগুলিকে 17% থেকে 18% কঠিক সোডা দ্রবণে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রার প্রায় ঘণ্টাখানেক চাপে রেখে দেওয়া হয়। আল্কা সেলুলোজ বাদে বিটা ও গামা সেলুলোজ দ্রবীভূত হয়ে নলের সাহায্যে বের হয়ে যায়। তখন সেই ভেজা অ্যালকালি সেলুলোজ পাম্পের সাহায্যে চাপ দিয়ে শুক করা হয় এবং এটাকে 20°C-এর নিম্ন তাপমাত্রার রাধা হয়। এর পর এটাকে একটি তাপনিরঞ্জিত কক্ষে নিয়ে বেশ কয়েক দিন বাতাসের সংস্পর্শে রেখে দেওয়া হয়। এর ফলে এটা তখন জারিত হবার সুযোগ পায়।

সেলুলোজ জ্যাঙ্কেট—অ্যালকালি সেলুলোজ

বিশেষভাবে প্রস্তুত হবার পর এটাকে কয়েক তাপমাত্রার বিক্রিয়া করানো হয়। এর কলে ঘটা কার্বন ডাই-সালফাইড দ্রবণের সঙ্গে নির্দিষ্ট প্রস্তুত হয় সেলুলোজ-জ্যাছেট।



আলকালি সেলুলোজ সেলুলোজ জ্যাছেট

সেলুলোজ জ্যাছেট ঘন সিরাপের মত কমলা রঙের তরুল পদার্থ। সুতরাং যখন দ্রবণের বর্ণ সাধা থেকে হলুদ এবং তাৎক্ষণিক কমলা রঙের হবে, তখন বুঝতে হবে বিক্রিয়া সম্পূর্ণ হয়েছে এবং তখন বাড়তি কার্বন ডাই-সালফাইড বাষ্পাকারে বের করে সেলুলোজ জ্যাছেটকে একটি পাত্রে স্থানান্তরিত করা হয়, বাকি বলা হয় দ্রাবক পাত্র।

সূতা তৈরির দ্রবণ প্রস্তুতিকরণ

দ্রাবক পাত্র পাতলা কঠিক সোডা দ্রবণে পূর্ণ থাকে। সুতরাং সেলুলোজ জ্যাছেট যখন সেই কঠিক সোডা দ্রবণে দ্রবীভূত হয়, তখন সেই দ্রবণে 9.25% সেলুলোজ ও 6.5% কঠিক সোডা থাকে। এটা ঈষৎ বাদামী রঙের সবুজ আঠালো পদার্থ। এখন এর থেকেই সূতা প্রস্তুত করা যায়। কিন্তু সেই সূতার বস্ত্রাদি আসল রেশম অপেক্ষা অনেক চক্চকে হয় এবং বহুলাংশে ক্রটিবহিত হয়ে পড়ে। এজন্তে ঐ দ্রবণের সঙ্গে টাইটেনিয়াম অক্সাইড নামক একটি পদার্থ মেশানো হয়, যাতে দ্রবণ থেকে প্রস্তুত সূতার অধিক চাকচিক্য কমিয়ে এটাকে আসল রেশমের মত করা সম্ভব হয়। এখন প্রশ্ন হলো, টাইটেনিয়াম অক্সাইড দ্রবণের সঙ্গে মেশালেই এর উজ্জ্বল হ্রাস পায় কেন? এর কারণ হলো টাইটেনিয়াম অক্সাইডের প্রতিসরাঙ্ক সেলুলোজ দ্রবণের অপেক্ষা বেশী।

এবার আঠালো দ্রবণ পরিশুদ্ধ করা হয়, যাতে অন্ত্যস্ত ময়লা ও অদ্রবীভূত সেলুলোজ পৃথক করা সম্ভব হয়। এর পর ঐ দ্রবণ পাম্প করে বড় বড় ট্যাঙ্কে নিয়ে যাওয়া হয় এবং সেখানে বেশ কয়েক দিন 16°C তাপমাত্রার রেখে দেওয়া হয়। যখন পরীক্ষার দ্বারা বোঝা যায় যে, সূতা প্রস্তুতের জন্তে দ্রবণের যে ভিস্কোসিটি প্রয়োজন, তাতে পৌঁছানো গেছে, তখনই এটাকে পাম্প করে সূতাকলে (স্পিনার্ট) নেওয়া হয়।

সূতা প্রস্তুতিকরণ

প্রত্যেকটি স্পিনার্ট নিজস্ব এক-একটি পাম্পের দ্বারা পরিচালিত হয় এবং ভিস্কোস দ্রবণ উপযুক্ত চাপে তার মধ্যে রাখা হয়। স্পিনার্টের বহির্ভূত একটি ঘনীভবন পাত্রের মধ্যে ঢুকানো থাকে। এই ঘনীভবন পাত্রে থাকে 8% থেকে 10% সালফিউরিক অ্যাসিড, 13.5% থেকে 20% সোডিয়াম সালফেট ও প্রায় 1% জিঙ্ক সালফেট এবং 4% থেকে 10% গ্লুকোজ। যখন ভিস্কোস দ্রবণ চাপে স্পিনার্টের সূতাসূত্র থেকে বহির্গত হয়ে এই দ্রবণের সংস্পর্শে আসে, তৎক্ষণাত্ এটা জমে শক্ত সূতার পরিণত হয়। এই পুনর্গঠিত সেলুলোজের সূতাগুলি আসল রেশমের মত চক্চকে ও উজ্জ্বল। আর এই সূতা থেকেই প্রস্তুত হয় নানা রকম রেশমের বস্ত্রাদি।

এতদ্ব্যতীত আমরা জৈব তত্ত্ব সম্বন্ধে আলোচনা করেছি। এমন অজৈব তত্ত্ব সম্বন্ধে আলোচনা করা হচ্ছে। বর্তমানে রকেট-বিজ্ঞানে উচ্চ তাপ-সহ খুব শক্ত তত্ত্ব প্রয়োজন। যে সমস্ত তত্ত্ব ঘনত্ব কম, প্রায় 200°F -এর উপর তাপমাত্রায় কাজ করতে পারে। যেগুলির প্রসারণ শক্তি প্রতি বর্গইঞ্চিতে 100,000 পাউন্ডের বেশী এবং স্থিতিস্থাপক গুণাক 30,000,000-এর উপর, সেই সমস্ত তত্ত্ব বর্তমানে রকেট-বিজ্ঞানে কার্যোপযোগী তত্ত্ব বলে বিবেচ্য। কয়েকটি বিশেষ অজৈব পদার্থ, যেমন—সিলিকা বোরন, সিলিকন কার্বাইড, বোরন নাইট্রাইড বা গ্রাফাইট থেকেই উপরিউক্ত গুণসম্পন্ন তত্ত্ব প্রস্তুত করা সম্ভব। এখন দেখা যাক, জৈব তত্ত্বতে উপরিউক্ত গুণগুলি কেন পাওয়া যায় না। প্রথমতঃ জৈব তত্ত্বের অণুগুলির প্রতি পরমাণু সমবোজক (Co-valence) বন্ধনীর দ্বারা আবদ্ধ, যেখানে অজৈব তত্ত্বের অণুগুলির প্রতি দুটি পরমাণু তড়িৎবোজক (Electro-valence) বন্ধনীর দ্বারা আবদ্ধ। সমবোজক বন্ধনীতে দুটি পরমাণুই একটি করে ইলেকট্রন দান করে একটি ইলেকট্রন যুগলের সৃষ্টি করে। এই দুটি ইলেকট্রনের বিপরীত ঘূর্ণনের জোড়ে উদ্ভূত আকর্ষণ তাদের পারস্পরিক বিকর্ষণ অপেক্ষা বেশী বলে সমবোজী বোঁগ স্থায়ী হয়। কিন্তু সমবোজী বন্ধন তড়িৎবোজী বন্ধন অপেক্ষা অনেক দুর্বল। কারণ তড়িৎবোজী বন্ধনে ইলেকট্রনের আদান-প্রদানের কালে একটি পরমাণু পরা-তড়িৎযুক্ত আয়নে এবং অপর পরমাণু অপর তড়িৎযুক্ত আয়নে পরিণত হয়। কালে বিপরীত তড়িৎধর্মের জোড়ে একটি শক্তিশালী কুলম্বিক বলের সৃষ্টি হয়

এবং বিপরীত তড়িৎ-শক্তিতে আকৃষ্ট হয়ে আয়ন দুটি পরস্পর যুক্ত থাকে এবং বোঁগের সৃষ্টি করে। সে জোড়ে অজৈব তত্ত্বের অণুগুলি জৈব তত্ত্বের অণু অপেক্ষা অধিকতর শক্ত। বন্ধন যত বেশী শক্ত হবে, তাকে তাপে তত বেশী তাপশক্তির প্রয়োজন হবে। সে জোড়ে অজৈব তত্ত্বগুলি বেশ তাপসহ।

অজৈব তত্ত্বগুলির তাপসহনশীলতা ও প্রসারণ শক্তির অপর একটি কারণ হলো, এদের গঠন-প্রণালী। এদের অণুগুলি প্রভূত পরিমাণে আড়াআড়িভাবে যুক্ত হয়ে গঠিত হয়, যা তাপে গেলে অধিক তাপ শক্তির প্রয়োজন হয়।

কাচের তত্ত্ব—অ্যাসিডিক সিলিকার সঙ্গে কিছু সংখ্যক ধাতব ও ক্ষারীয় অক্সাইড ও কার্বনেট (বিশেষ গুণসমন্বিত কাচের তত্ত্বের সংযুক্তি সারণীতে দেওয়া হলো) জলের উপস্থিতিতে বা অনুপস্থিতিতে ভালভাবে মিশিয়ে অতি উচ্চ তাপমাত্রায় গলানো হয়, যতদূর পর্যন্ত না মিশ্র বাড়তি গ্যাসের বৃদ্ধি শুরু হয়। এই গ্যাসের (বিশেষতঃ কার্বন ডাই-অক্সাইড) বৃদ্ধি জল টেলে বা বাতাসে ঠাণ্ডা করে দ্রবীভূত করা যায়। বৃদ্ধি দ্রবীভূত হবার পর কাচের এই সমস্ত মিশ্রণকে ছোট ছোট টুকরার ভেঙ্গে নেওয়া হয় এবং হ্রস্ব হিট্রসমন্বিত প্র্যাটিনাম-রেডিয়াম উত্তানে পুনরায় গলানো হয়। সেই গলা কাচের মণ্ডকে বাহ্যিক উপায়ে চাপ দিয়ে হ্রস্ব হিট্রপথে দ্রুত গতিতে নির্গত করানো হয়। কালে যে কাচের তত্ত্ব পাওয়া যায়, তার ঘাস হয় 0.00076 সে. মি. থেকে 0.00152 সে. মি.।

বিশেষ গুণসম্বিত বিভিন্ন কাচতন্তুর সংযুতি

বোঁগের নাম	সিলিকন ডাই- অক্সাইড	অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড	ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড	অ্যানহাইড্রাইড বোরন অক্সাইড	কারীর অক্সাইড	অক্সাইড
আণবিক সংকেত	SiO_2	Al_2O_3	MgO	B_2O_3		
বোঁগের সংখ্যা						
(1)	65	20	15	—	—	—
(2)	50	32.5	12.5	—	—	5*
(3)	50	35	7.5	—	—	7.5§
(4)	55	15	3	10	1	16‡
(5)	60	5	15	5	10	5‡

* ল্যাটানাম অক্সাইড La_2O_3 § বেরিলিয়াম অক্সাইড BeO ‡ ক্যালসিয়াম অক্সাইড CaO

কাচের তন্তুর বৈশিষ্ট্য হলো এর অদ্ভুত আকৃতি-গত দৃঢ়তা ও তাপসহনশীলতা। যখন অ্যাসিডিক সিলিকা কারীর অক্সাইডের দ্বারা উচ্চ তাপমাত্রায় প্রশমিত হয়, তখন তিন মাত্রাবিশিষ্ট আড়াআড়ি সংযুক্ত অতিকার কাচের অণু গঠিত হয়। ফলে কাচের তন্তুর আকৃতিগত দৃঢ়তা বৃদ্ধি পায়। মিশ্রণের সঙ্গে বেরিলিয়াম অক্সাইড মেশানোর ফলে কাচের তন্তুর স্থিতিস্থাপক গুণ বৃদ্ধি পায়। কারণ এটি BeO_4 রূপে আন্তঃসত্তরীয় সংযোজনের সৃষ্টি করে।

কাচতন্তুর প্রাচুর্য গুণগুলির জন্তে আজ রকেট-বিজ্ঞানে, মিসাইল প্রস্তুতিতে এবং সুপারসনিক বিমানে এর বহুল ব্যবহার দেখা যায়। আমেরিকার বাজারে বহুল প্রচলিত কাচতন্তু হলো বিটা আর্ন, যার ব্যাস হলো 0.00038 সে. মি.। জৈব তন্তু অপেক্ষা এটি বেশ নরম এবং যেখানে জৈব

তন্তুর জামাকাপড় সুবিধাজনক নয় (যেমন কারখানার বল্লার বা অধিক তাপযুক্ত স্থানে), সেখানে এই কাচতন্তুর জামা-প্যাঁট বিশেষভাবে উপযুক্ত। এছাড়া বর্তমানে জিনিষপত্রের ঢাকনা, লোহের চাঁদর, রবারের বাহক বেল্টকে শক্তিশালী করবার জন্তে কাচের তন্তু ব্যবহৃত হচ্ছে। এগুলি গুণগত দিকে উৎকৃষ্ট ও দামেও সস্তা হওয়ার আমেরিকার বাজারে নাইলন, রেয়ন, টেরিলিনের বদলে এগুলি দ্রুত প্রসার লাভ করেছে। আমরা আশা করতে পারি, অদূর ভবিষ্যৎ আমাদের দেশেও কাচ, সিলিকন কার্বাইড, বোরন নাইট্রাইড, গ্র্যাফাইট প্রভৃতি অজৈব তন্তু প্রস্তুত করা সম্ভব হবে এবং এগুলির ব্যবহারও বৃদ্ধি পাবে। সুতরাং তখন কাউকে কাচের জামাকাপড় পরে বেড়াতে দেখলে আমরা নিশ্চয়ই অবাক হবো না।

সাপ ও সাপের বিষ

শ্রীহরিমোহন কুণ্ড*

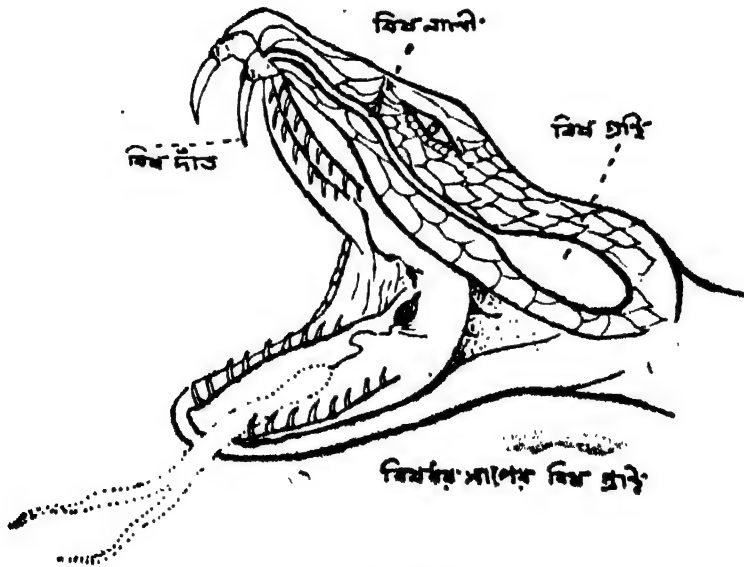
অনেক সময় খবরের কাগজে দেখা যায় ওঝারা সাপে কাটা রোগীর রক্ত ক্রতস্থান হইতে মুখ দিয়া শোষণ করিয়া রোগীকে সম্পূর্ণ সুস্থ করিয়া তোলেন। সাধারণ মানুষ এই সমস্ত ঘটনাকে এক অলৌকিক ব্যাপার বলিয়া মনে করেন। আসলে সাপের বিষ সম্বন্ধে সম্যক জ্ঞান না থাকায় সাপ সম্বন্ধে মানুষের একটা সাধারণ আতঙ্ক থাকে। বিষধর সাপ একদিকে যেমন মানুষের মৃত্যুর কারণ হইয়া থাকে, অন্যদিকে সাপের বিষ এবং সাধারণভাবে

আছে। এর মধ্যে মাত্র 52 রকম প্রজাতি বিষধর সাপ। বিষধর সাপগুলি তিনটি পরিবারের (Family) অন্তর্ভুক্ত।

(ক) হাইড্রোফিডি (Hydrophidae)—সব রকমের সামুদ্রিক সাপ।

(খ) এলাপিডি (Elapidae)—সব রকমের গোথরা, কেউটে এবং চিতি সাপ।

(গ) ভাইপারিডি (Viperidae)—সব রকমের বোরা সাপ।



বিষগ্রহণের অবস্থান

সর্প-জগৎ মানব সভ্যতার অগ্রগতিতে এক বিশেষ স্থান অধিকার করিয়া আছে।

বিষধর সর্পের বিষগ্রহণ

1943 সালে Smith-এর গণনা অনুসারে ভারতবর্ষে মোট 216 রকম প্রজাতির সাপ

সব বিষধর সাপের চোখের পিছন দিকে কিছু মুখের তিতরে একজোড়া বিষগ্রহণী থাকে। এই বিষগ্রহণী হইল পরিবর্তিত লালাগ্রহণী, যাহার মধ্যে থাকে কিছু সংখ্যক বিশেষ ধরণের কোষ। ঐ

*প্রাণিবিজ্ঞা বিভাগ, বাকুড়া সন্নিগনী কলেজ, বাকুড়া

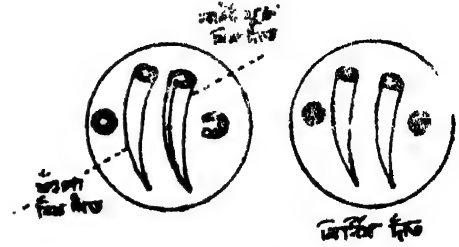
কোষগুলি হইতে বিভিন্ন রকমের এনজাইম নির্গত হয় এবং লালগ্রন্থিকে বিষগ্রন্থিতে রূপান্তরিত করে। প্রতিটি বিষগ্রন্থি হইতে একটি করিয়া সুরু নল সামনের দিকে অগ্রসর হইয়া আসে এবং বিষদাঁতের গোড়ায় গিয়া উহা শেষ হয়। বিষধর সাপের উভয় চোয়ালে প্রচুর ছোট ছোট দাঁত থাকে। তাহার মধ্যে উপরের চোয়ালের সামনের দিকে যে দুইটি বিশেষ ধরনের বড় দাঁত থাকে, উহাদিগকে বিষদাঁত বলে। বিষহীন সাপের বিষদাঁত থাকে না এবং সব দাঁতই ছোট ছোট। বিষদাঁত দুই রকমের হয়—

(ক) কাঁপা বিষদাঁত—এই ধরনের বিষদাঁতের মধ্য দিয়া একটি সুরু নালী থাকে এবং অগ্রভাগে ছিদ্র থাকে। এই ধরনের বিষদাঁত বোরা সাপের দেখা যায়। ইহা ইচ্ছামত ঘোরানো যায়।

(খ) খোলা নালীবৃদ্ধ বিষদাঁত—এই ধরনের বিষদাঁতের গায়ে একটি খোলা সুরু নালী থাকে, বাহ্য দাঁতের অগ্রভাগ পর্যন্ত বিস্তৃত। ইহা গোথরা, চিতি ও সামুদ্রিক সাপের মধ্যে দেখা যায়। ইহা ঘোরানো যায় না।

সামগ্রিকভাবে বিষবস্ত্র ইঞ্জেকশনের সিরিজের মত কাজ করে। সাপ কামড়াইবার সঙ্গে সঙ্গে

বিষগ্রন্থিতে চাপ পড়ে এবং বিষগ্রন্থি হইতে তরল বিষ নির্গত হইয়া নালী দিয়া বিষ দাঁতে আসে



সাপের বিষদাঁত

এবং ক্ষতস্থানে বিষ ঢালিয়া দেয়। বিষদাঁত ভাঙ্গিয়া গেলে নূতনভাবে গজাইতে পারে।

বিষ নির্গমনের পরিমাপ

একটি বিষধর সাপ একবার কামড়াইলেই বিষ শেষ হইয়া যায় না। পর পর কয়েক বার কামড়াইলেও প্রতি কামড়ের সঙ্গে বিষ থাকে। বোম্বাইয়ের হককিন্স ইনস্টিটিউটে ডাঃ দেবরাজ 1959 সালে এক নিরীক্ষা চালান। প্রতি এক মাস অন্তর তিনি কয়েকটি ভারতীয় বিষধর সাপের বিষ নির্গমনের পরিমাপ গ্রহণ করেন এবং ঐ বিষকে শুক করিয়া তিনি যে ওজন নেন, তাহা নিম্নে দেওয়া হইল।

সাপের নাম	প্রতিমাসে সংগৃহীত শুক বিষের পরিমাণ	মাসের মৃত্যু ঘটাইবার জন্য ঐ বিষের সর্বোচ্চ পরিমাণ
1. গোথরা (Cobra)	0.2 গ্রাম	12 মিলিগ্রাম
2. চম্বরোয়া (Russels viper)	0.15 „	15 „
3. চিতি (Krait)	0.022 „	6 „
4. একিস বোরা (Echis)	0.0046 „	8 „

বিষধর সাপ জন্মের প্রথম দিন হইতে অর্থাৎ ডিম হইতে বাহির হইয়া আসিবার সঙ্গে সঙ্গে বিষ ধারণ করে। কিন্তু বিষের পরিমাণ বিভিন্ন প্রজাতির মধ্যে বিভিন্ন রকম হয়। তাহা হাড়

বয়স্কতার সঙ্গে সঙ্গে বিষের পরিমাণও বাড়ে। শীতকালে পরিমাণ কমে, গ্রীষ্মে সবচেয়ে বেশী হয়। জী-সাপের চেয়ে পুরুষ সাপের বিষের পরিমাণ বেশী।

বিষের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম

গোখরা সাপের বিষ টাট্কা অবস্থায় স্বচ্ছ ও হালকা হলুদ রঙের। কিছুটা ঘন, শীতকালে ঘনত্ব বেশী। বোরা সাপের বিষ সাধারণতঃ সাদা, কখনও কখনও হালকা হলুদ রঙের হয়। সাপের বিষের আঁশাদ অল্প। শুষ্ক অবস্থায় সূচের মত সরু সরু দানা বাঁধে এবং ঐ দানা জলে সহজেই দ্রবীভূত হয়।

Kellaway, 1939 এবং Porges, 1963 সালে দেখাইরাছেন যে, সাপের বিষে দুইটি বিষাক্ত প্রোটিন এনজাইম আছে। একটির নাম Phosphatidases এবং অন্যটির নাম Neurotoxin। এই দুইটি এনজাইম সরাসরি রক্তের সারিধো না আসিলে কোন ক্ষতি করে না, কিন্তু পেটের মধ্যে গেলে হজমে সাহায্য করে। এই দুইটি বিষাক্ত এনজাইম ছাড়া সাপের বিষে অল্প যে সমস্ত এনজাইম থাকে, সেগুলির নাম ও কার্যকারিতা নিয়ে দেওয়া হইল।

(ক) Proteases—ইহা প্রোটিনজাতীয় খাদ্যকে হজম করিতে সাহায্য করে।

(খ) Erepsin—ইহাও প্রোটিনজাতীয় খাদ্যকে হজম করিতে সাহায্য করে।

(গ) Cholinesterase—এই এনজাইম গোখরা সাপের বিষের মধ্যেই দেখা যায়। ইহা choline এবং acetic acid প্রস্তুত করিতে সাহায্য করে।

(ঘ) Hyaluronidase—ইহা বিষকে স্তম্ভপায়ী জন্তুদের দেহের মধ্যে দ্রুত বিস্তার লাভ করিতে সাহায্য করে।

(ঙ) Ribonuclease and Desoxyribonuclease—ইহা অন্ত্র এনজাইমের কার্যকারীতাকে বৃদ্ধি করিয়া বিষকে আরও শক্তিশালী করে।

(চ) Ophio-oxidase :—এই এনজাইম

বিষাক্ত নয়। ইহা পরিণাক ক্রিয়ার এবং খাদ্যকে পচনে সাহায্য করে।

(ছ) Lecithinase—ইহা ধমনী ও শিরার প্রাচীরকে জারিত করে।

সুতরাং বিভিন্ন এনজাইমের কার্যকারিতা লক্ষ্য করিলে দেখা যায়, সাপের ক্ষেত্রে এগুলি হজমেই সাহায্য করে।

মানবদেহে সাপের বিষের ক্রিয়া

মানবদেহে Phosphatidases এবং Neurotoxin এনজাইম বিষের কাজ করে। উক্ত দুইটি এনজাইম একই সাপের বিষে থাকে না। সুতরাং সাপের বিষ দুই রকমের এবং মানবদেহে উহাদের ক্রিয়াও দুই ধরনের।

(ক) ভাসোটক্সিন—এই ধরনের বিষে Phosphatidases এনজাইম থাকে। সাধারণতঃ বোরা সাপের বিষেই ইহা দেখা যায়। সাপে কামড়াইবার পর এই এনজাইম রক্তের সারিধো আসিলে ইহা লোহিত কণিকার উপর ক্রিয়া শুরু করে এবং উহাকে ভাঙ্গিয়া কেলে (Haemolysis)। Lecithinase নামক এনজাইমটি পূর্বোক্ত এনজাইমের সঙ্গে এক সঙ্গে কাজ করে। উহা শরীরের মধ্যে অবস্থিত বিভিন্ন বস্তুর উপর যে পাতলা আবরণী (Endothelium) থাকে, তাহার কোষ-প্রাচীরের উপর ক্রিয়া করে। Lecithinase কোষস্থ Oleic acid-কে ভাঙ্গিয়া Lysolecithin নামক আর একটি পদার্থের সৃষ্টি করে। Lysolecithin দ্রুত পাতলা আবরণীর কোষ-প্রাচীরকে জারিত করিয়া শিরা ও ধমনীর প্রাচীরকে ভাঙ্গিয়া কেলে। কেলে ফুসফুসের তিতর প্রচুর রক্তপাত হয়। দেহের মধ্যে অন্ত্রস্থ স্থানেও রক্তপাত হইয়া থাকে। ফুসফুসের কলার উপরেও নানারূপ প্রতিক্রিয়ার সৃষ্টি হয়।

(খ) নিউরো-টক্সিন—এই এনজাইম প্রধানতঃ গোখরা ও চিত্তি সাপের বিষে দেখা যায়। উহা

আয়তনের উপর ক্রিয়া করে। দেহ ক্রমশঃ অবশ হইয়া যায় এবং ধীরে ধীরে শ্বাস বন্ধ হইয়া আসে।

সাপে কামড়াইবার লক্ষণ

গোধরা ও কেউটে—এই সাপে কামড়াইলে ক্ষতস্থানে লাল দাগ হয় এবং অল্প জ্বালা করে। প্রায় আধ ঘণ্টা বাদে রোগীর ঘুমের তাব দেখা যায় এবং কিছুটা নেশাজ্বর হয়। পাণ্ডুলি দুর্বল হইয়া আসে এবং বেশীক্ষণ দাঁড়াইতে পারে না। 40 মিনিট হইতে 1 ঘণ্টার মধ্যে মুখ দিয়া প্রচুর লালা গড়াইতে থাকে। বমিও হইতে পারে। ইহার পর ধীরে ধীরে দেহ অবশ হইয়া আসে। জিহ্বা ও গলনালী ফুলিতে আরম্ভ করে। কলে রোগী কথা বলিতে ও ঢোক গিলিতে পারে না। কয়েক ঘণ্টার মধ্যে শরীর সম্পূর্ণ অবশ হইয়া আসে। শ্বাস-প্রশ্বাসের গতি মন্দীভূত হয়, হৃদ-স্পন্দন বাড়ে। এক সময় শ্বাস-প্রশ্বাস বন্ধ হইয়া রোগী মারা যায়।

চিতি—এই সাপে কামড়াইলে লক্ষণগুলি গোধরার মতই দেখা যায়, কিন্তু জ্বালা-বজ্রগা একে-বারে থাকে না। ঘুমের তাব আরও বেশী হয়। তবে চিতি সাপে কামড়াইলে প্রস্রাবের সহিত অ্যালবুমেন থাকিতে পারে।

বোরা—এই সাপের দংশনে ক্ষতস্থান লাল হয় এবং তীব্র জ্বালা অনুভূত হয়। 15 মিনিটের মধ্যেই ক্ষতস্থান ফুলিতে সুরু করে এবং দূষিত রক্ত নির্গত হইতে পারে। জ্বালা তীব্রতা বাড়িতে থাকে। চোখের তারা উপরে উঠিয়া যায়। 1 ঘণ্টার মধ্যেই রোগী অজ্ঞান হইয়া বাইতে পারে।

প্রাথমিক চিকিৎসা

সাপে কামড়াইলে সঙ্গে সঙ্গে ক্ষতস্থানের কিছুটা উপরে রুমাল, রবারের দড়ি অথবা একখণ্ড কাপড়ের দ্বারা শক্ত করিয়া বাঁধনের প্রয়োজন,

বাহাতে রক্ত সঞ্চালনের সঙ্গে বিষ দেহের অন্তর্ভুক্ত হইতে না পারে। তাহার পর ছুইটি বিষদাঁতের ক্ষতস্থানে $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি গর্ত করিয়া কাটিয়া ফেলিতে হইবে। ইহার পর দূষিত রক্তকে চুষিয়া অথবা গাম্পের সাহায্যে বাহির করিতে হইবে। মাঝে মাঝে Epsom লবণজল কাপড়ে ভিজাইয়া ক্ষতস্থানে দিলে অভিস্রবণের (Osmosis) সাহায্যে দূষিত লসিকাকে (Lymph) বাহির করিতে সাহায্য করে। অল্প পরিমাণ Potassium permanganet জলে গুলিয়া ক্ষতস্থানে দিলে জারণ-ক্রিয়ার সাহায্যে বিষকে কিছুটা প্রশমিত করিতে পারে। কিন্তু উহা শুষ্ক দানা বা ঘন করিয়া গুলিয়া কখনই দেওয়া উচিত নয়।

মুখের সাহায্যে চোষণ অপেক্ষা বস্ত্রের সাহায্যেই বিযুক্ত রক্ত বাহির করা উচিত। কারণ চোষণকারীর মুখে যদি কোন ক্ষত থাকে, তাহা হইলে বিষ তাহার রক্তের সারিণ্ডে আসিতে পারে এবং ইহার কলে সমূহ বিপদ ঘটিতে পারে।

সিরাম চিকিৎসা

বিভিন্ন সাপের বিষ সংগ্রহ করিয়া স্তম্ভপায়া জন্ত, সাধারণতঃ ঘোড়ার রক্তে অল্প পরিমাণে ইনজেকশনের সাহায্যে ঢুকাইয়া দেওয়া হয়। বিষের পরিমাণ এমন হওয়া চাই, বাহাতে ঘোড়ার প্রাণসংশয় না হয়। ইহাতে ঘোড়ার প্রাজ্‌ম্যার উক্ত বিষকে ধ্বংস করিবার জন্ত কিছু Antibody তৈয়ারী হয়।

কিছু দিন পরে ঘোড়ার শরীরে আরও একটু বেশী পরিমাণে বিষ ঢুকাইয়া দেওয়া হয়। তখন প্রাজ্‌ম্যার আরও বেশী Antibody তৈয়ারী হয়। বিষের পরিমাণ ক্রমশঃ বাড়াইয়া যদি নিরীক্য করা হয়, তাহা হইলে দেখা বাইবে, ঘোড়ার প্রাজ্‌ম্যার এত বেশী Antibody তৈয়ারী হইয়াছে যে, ঐ ঘোড়ার প্রাজ্‌ম্যার সংগ্রহ করিয়া সাপের

বিষের প্রতিষেধক তৈয়ারী করা যায় এবং উহা Antivenin নামে বাজারে বিক্রয় হয়। বিভিন্ন সাপের বিষের ক্রিয়া যেমন আলাদা, Anti-venim-ও তেমনি আলাদা হইবে। এখন গোবরা, চিত্তি, বোরা সাপের Antivenin নির্দিষ্ট পরিমাণে মিশাইয়া Polyvalent anti-snake serum তৈয়ারী করা হয়। কোন্ সাপে কামড়াইয়াছে জানা না গেলে প্রথমে ঐ সিরামই ইনজেকশন দেওয়া হয়।

মানব সভ্যতায় সাপ

বিষধর সাপ যেমন মৃত্যুর কারণ, তেমনি এই সভ্যজগতে মানব সমাজে সাপের প্রয়োজনীয়তাও কম নয়। এই কারণেই বোধ হয়, হিন্দুশাস্ত্রে সাপকে মনসাদেবীর বাহন হিসাবে পূজা করিবার বিধান দেওয়া হইয়াছে। সর্প-দেবতার পূজা শুধু ভারতবর্ষে নয়, পৃথিবীর অন্যান্য দেশেও হইয়া থাকে। সাপের উপকারিতা নিয়ে উল্লেখ করা হইল।

১. রোডেন্ট দমন :—কৃষকদের ক্ষেতে যখন ধান, গম প্রভৃতি শস্য পাকিয়া ওঠে, তখন মাছবের পরম শত্রু হিসাবে ইঁদুর, কাঠবিড়ালী প্রভৃতি জন্তরা ঐ শস্যকে প্রচুর পরিমাণে নষ্ট করে। ইঁদুর আবার প্লেগ রোগেরও জীবাণু বহন করে। Dr. Kunhardt ১৯১৯ সালে হিসাব করিয়া দেখান যে, মাত্র কুড়ি বৎসরে শুধু ইঁদুরই ভারতবর্ষে ১২৪১ কোটি টাকার সম্পত্তি নষ্ট করিয়াছে। এখন ঐ সমস্ত রোডেন্ট জাতীর জন্তদের দমন করিবার জন্ত সাপের প্রয়োজনীয়তা সৰ্ব্বত্র পৃথিবীর সব দেশের লোকই বোধে সচেতন।

২. ঝাণ্ড হিসাবে সাপ—ময়াল সাপ (পাইথন) ভারতবর্ষ, চীন এবং ব্রহ্মদেশে ঝাণ্ড হিসাবে প্রচলিত আছে। আমেরিকাসহ পশ্চিমী দেশ-গুলিতে ময়াল সাপের মাংস হোটেল-রেস্টুরেন্টে

সুস্বাদু খাদ্য হিসাবে পরিবেশিত হইয়া থাকে। আদিবাসীরা অন্যান্য বিষহীন সাপকেও ঝাণ্ড হিসাবে ব্যবহার করিয়া থাকে।

৩. বেদেদের জীবিকা—বিভিন্ন দেশে জীবন্ত সাপের খেলা দেখাইয়া বেদেরা জীবিকা অর্জন করে।

৪. সাপের চামড়া—সাপের চামড়ার চাহিদা বৃদ্ধি। ইহা বেল্ট, জুতা, হাতবাগ, চিক্রনি, সিগারেট এবং তামাক রাখিবার কেস প্রভৃতি তৈয়ারী করিতে কাজে লাগে। এমন কি, খেলাধুলার জন্ত জ্যাকেট, কাপ, নেকটাই প্রভৃতিও ইহার দ্বারা তৈয়ারী হয়। সাপের চামড়া দিয়া জুতার উপরিভাগ ঢাকিবার জন্ত বাজারে ইহার প্রচুর চাহিদা। বই বাধাইয়ের কাজেও ইহার চাহিদা কম নয়। Dr. Klauber-এর হিসাব অনুযায়ী দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের সময় ভারতবর্ষ, নেদারল্যান্ড, ওয়েস্ট ইণ্ডিজ প্রভৃতি দেশ হইতে বৎসরে ৪৫ লক্ষ টাকার সাপের চামড়া পশ্চিমী দেশগুলিতে পাঠান হইত।

৫. সাপের চর্বি—ইহা আয়ুর্বেদ চিকিৎসায় একটি প্রয়োজনীয় ঔষধ হিসাবে ব্যবহৃত হয়; বোরা সাপের চর্বি হইতে যে তেল তৈয়ারী হয়, তাহা টিউমার, অবশ হাত-পা এবং মোচড়ানো অঙ্গ-প্রত্যঙ্গে মালিশ হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

৬. সাপের বিষের এনজাইম—সাপের বিষের বিভিন্ন এনজাইমকে বারোকেমিষ্টরা বিভিন্ন কাজে প্রয়োগের জন্ত ব্যাপক গবেষণা চালাইতেছেন।

৭. ঔষধ হিসাবে সাপ—বিভিন্ন চিকিৎসায় সাপের বিষ খুবই উপকারী। Chopra এবং Chouhan ১৯৪০ সালে দেখাইয়াছেন যে, গোবরা সাপের বিষ ন্যায়কূঠ (Neural leprosy) রোগে বিশেষ উপকারী। ঐ বিষ ক্রনিক ন্যায়ব্রণার, পা ও হাতের গাঁটের ব্যর্থণার (Arthritis) এবং

মৃগী রোগে ব্যবহার করা হয়। আমেরিকার চিকিৎসাশাস্ত্রে ক্যান্সার, মাথার যন্ত্রণা এবং স্নায়ুযন্ত্রণা প্রশমনে গোখরা সাপের বিষ ব্যবহৃত হয়। Pradhan এবং Patwabardhan (1941)

বলিয়াছেন যে, Hæmophelia রোগ এবং জরায়ুতে রক্তপাত উপশমে বোরা সাপের বিষ খুবই কাজে লাগে। হোমিওপ্যাথি চিকিৎসার সাপের বিষ ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

কঠিন প্রোপেল্যান্ট

সত্যেন্দ্রনাথ গুপ্ত

প্রোপেল্যান্ট বলতে বোঝায় এমন কতকগুলি পদার্থ, যেগুলির বিস্ফোরণজাত শক্তি কোন কিছুকে অতীত দিকে প্রচণ্ড বেগে ধাবিত করে। বন্দুক-পিস্তলের কাট্রিজের ধোলে বা কামানের শেলে এবং রকেটের প্রচণ্ড গতির প্রয়োজনীয় ঘাত সৃষ্টির কাজে এরই ব্যবহার হয়। এগুলি নানারকমের হয়। পুরনো যুগে চলতো সোরা, করলা ও গন্ধকের মিশ্রণে প্রস্তুত গান পাউডার। কিন্তু এর ক্ষমতা খুবই সীমিত, তাই নতুন নতুন বিস্ফোরকের আবিষ্কার বাড়তে লাগলো। রকেটের প্রয়োজনে বেসব প্রোপেল্যান্ট ব্যবহৃত হয়, সেগুলিকে মোটামুটি দুই ভাগে ভাগ করা চলতে পারে—তরল ও কঠিন প্রোপেল্যান্ট। তরল প্রোপেল্যান্টে ব্যবহার্য সাধারণতঃ তরল জ্বালানী ও তরল জ্বারক আলাদাভাবে থাকে এবং জ্বলন-কক্ষে এই দুটির মিলন-ক্রিয়ার ফলে উত্তপ্ত গ্যাস প্রচণ্ড বেগে ধাবিত হয়ে রকেটটিকে উন্নয়ন দান করে। কিন্তু কঠিন প্রোপেল্যান্টে জ্বলনকক্ষেই জ্বমানো থাকে এবং প্রয়োজনমত প্রজ্বলন করানো হয়। আমরা এখানে কঠিন প্রোপেল্যান্টের কথা সংক্ষেপে আলোচনা করবো।

কঠিন প্রোপেল্যান্টকে প্রধানতঃ দুই ভাগে ভাগ করা চলতে পারে। দ্বিমূল প্রোপেল্যান্ট (Double base propellant) এবং বিমিশ্র প্রোপেল্যান্ট (Composite propellant)। উভয়

প্রকার জ্বালানীর ক্ষেত্রে মোটামুটি একই রকমের জ্বলনকক্ষ বা রকেট মোটর ব্যবহৃত হয়। খুব শক্ত ধরনের ইম্পাত দিয়ে সিলিণ্ডারাকৃতির এই কক্ষটি তৈরি করা হয় (ইম্পাতের টেনসাইল স্ট্রেন্থ প্রতি বর্গইঞ্চিতে 200,000 পাউণ্ডেরও বেশী)। সমস্ত প্রোপেল্যান্টটাই কক্ষের ভিতরের দেয়ালের চারপাশে জমিয়ে দেওয়া হয় এবং মাঝ বরাবর একটি গর্ত করা থাকে, যার চারদিকে আঙুল লাগাবার পর জ্বলতে থাকে। বৈজ্ঞানিক উপায়ে একটি প্রচণ্ড তাপ-উৎপাদক বাক্সে (পাইরো-টেকনিক) অগ্নিসংযোগ করা হয় এবং এর ফলেই জ্বমানো প্রোপেল্যান্টের গর্ত বরাবর উত্তপ্ত পৃষ্ঠ জ্বলতে শুরু করে উত্তপ্ত জ্বলনজাত গ্যাস প্রচণ্ড বেগে পিছনের উত্তপ্ত পথ দিয়ে বেরুতে থাকে এবং প্রয়োজনীয় ঘাত সৃষ্টির ফলে রকেটটি উন্নয়ন লাভ করে।

দ্বিমূল প্রোপেল্যান্টে উৎপন্ন হয় প্রধানতঃ নাইট্রোসেলুলোজ ও নাইট্রোগ্লিসারিনের মিশ্রণ। পদার্থদুটিকে মোটরকক্ষে প্রবেশ করিয়ে 45°-55° সে. তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়; ফলে দুটি পদার্থ বেশ ভালভাবে মিলে গিয়ে একটি কঠিন পদার্থরূপে কক্ষটির দেয়াল বরাবর বসে যায়। একটি দণ্ডের সাহায্যে 'ভিতরে জ্বলনক্রিয়ার উপযোগী উত্তপ্ত কেন্দ্রের জন্ম' গর্ত করা থাকে। অনেক সময় এছাড়াও জ্বারক পদার্থ হিসাবে অ্যানো-

নিয়াম পারক্লোরেট এবং অ্যালুমিনিয়াম বা অল্প কোন ধাতব জ্বালানীও এর মধ্যে মিশ্রিত করে দেওয়া হয়। নাইট্রোগ্লিসারিনের সহজ বিস্ফোরকতার জন্তে অনেক সময় এর বদলে অল্প নাইট্রো বোঁগ, যেমন—ডাইইথিলিন গ্রাইকল ডাইনাইট্রেট, ট্রাইইথিলিন গ্রাইকল ডাইনাইট্রেট বা ট্রাইমিথাইলল ইথেন ট্রাইনাইট্রেট ইত্যাদিও ব্যবহৃত হয়।

রকেটশিল্পে প্রোপেল্যান্টের গুণাগুণ সাধারণতঃ আপেক্ষিক ইম্পাল্‌স (Specific impulse) দিয়ে মাপা হয়। সেই পরিমাপকে উৎপন্ন ঘাত ও প্রোপেল্যান্ট পুড়ে যাবার হারের অল্পপাত হিসাবে প্রকাশ করা হয়। কাজেই এর একক হিসাবে দেখানো হয় পাউণ্ড-সেকেন্ড ইম্পাল্‌স অর্থাৎ পাউণ্ডপ্রতি প্রোপেল্যান্ট বরচে বা কেবলমাত্র সেকেন্ডে। উপরিউক্ত দ্বিমূল প্রোপেল্যান্টে উৎপন্ন আপেক্ষিক ইম্পাল্‌স বেশ কম, তাই আরও বেশী শক্তিশালী প্রোপেল্যান্টের খোঁজেই বিমিশ্র প্রোপেল্যান্টের উৎপত্তি হয়েছে।

বিমিশ্র প্রোপেল্যান্টের মূল কথা হলো, অ্যামোনিয়াম পারক্লোরেট বা অল্প কোন জারক পদার্থ এবং কোন ধাতব জ্বালানী কোন একটি ধারক (Binder) যোগের মধ্যে মিলিয়ে পরে রাসায়নিক (Chemical crosslinking) পুরা জিনিষটাকে শক্ত কঠিন পদার্থে পরিণত করা। বর্তমানে ব্যবহৃত ধারকগুলি প্রধানতঃ পলিবিউটা-ডাইন-অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড, এপক্সাইড দিয়ে জংশিত করা পলিইউরিথেন এবং পলিসালফাইড।

প্রচলিত পলিমারগুলির মধ্যে পলিসালফাইড (Thiokol-ST)-এরই ব্যবহার বেশী। উপযুক্ত জৈব ডাইইথানলাইড ও সোডিয়াম ডাইসালফাইডের বিক্রিয়ায় এই পলিমারটি উৎপন্ন হয়। এটিকে ব্যবহারের জন্তে প্রথমে এর আণবিক ওজন কমিয়ে একটি তেলের মত তরল পদার্থে পরিণত করা হয়।

এর পরের কাজ প্রোপেল্যান্টের প্রয়োজনীয় জারক ও অক্সিজেন জিনিষগুলি বেশ ভালভাবে মিশিয়ে ফেলা। উৎপন্ন ঘন তরল মিশ্রণটিকে এবার কোন ধাতব অক্সাইড (PbO_2) বা জৈব পারঅক্সাইড বা প্যারাকুইনোন ডাইঅক্সিমের সাহায্যে কঠিন অন্তর্বন্ধনযুক্ত পলিমারে রূপান্তরিত করা হয়। আপেক্ষিক ইম্পাল্‌স বাড়ানোর প্রয়োজনে অনেক সময় দুটি সালফাইড মূলকের মাঝে কার্বনের সংখ্যা বাড়িয়ে দেওয়া হয়, যেমন—ডোডেকাইমিথাইলিন পলিসালফাইডে দুটি সালফার পরমাণুর মধ্যে বারোটি কার্বন পরমাণু রয়েছে। একই রকম মূল পদ্ধতিতে পলিবিউটাডাইন-অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড কোপলিমার বা পলিপ্রোপাইলিন গ্রাইকল এবং ট্রাইল-এর সঙ্গে জারক ও ধাতব জ্বালানী মিশিয়ে প্রথমোক্ত ক্ষেত্রে এপক্সাইড দিয়ে এবং দ্বিতীয় ক্ষেত্রে টলুইলিন ডাইঅক্সোসোথায়ানেট দিয়ে পুরা তরল মিশ্রণটিকে কঠিন পলিমারে রূপান্তরিত করা হয়। অবশ্য এর জন্তে কিছু তাপ প্রয়োগের প্রয়োজন হয়। শেষোক্ত পদ্ধতিতে প্রস্তুত পলিমারটিই হলো পলিইউরিথেন। কঠিনীভূত করবার আগেই সমস্ত ঘন তরল মিশ্রণটিকে রকেট মোটরের মধ্যে ঢুকিয়ে নেওয়া হয় এবং জ্বলনের উপযোগী গর্ত তৈরির জন্তে একটি দণ্ড (Mandrel) মাঝ বরাবর ঢুকিয়ে রাখা হয়। এর পর সমগ্র মোটরটিকে প্রয়োজনীয় তাপমাত্রার উত্তপ্ত করা হয়; ফলে পদার্থটি রাসায়নিক অন্তর্বন্ধনযুক্ত একটি কঠিন পদার্থ হিসাবে মোটরের মধ্যে জমে থাকে। ভিতরে জ্বলনক্রিয়ার উপযোগী পৃষ্ঠদেশ-সমন্বিত একটি গর্ত করবার জন্তে যে দণ্ডটি প্রবেশ করানো থাকে, এবার সেটিকে বের করে নেওয়া হয়।

বিমিশ্র প্রোপেল্যান্টে ধারক ছাড়াও থাকে একটি জারক ও কিছু ধাতব জ্বালানী। নাইট্রোনিয়াম পারক্লোরাইডকে বাদ দিলে অক্সিজেন কঠিন জারকগুলি তরল জ্বালানীতে ব্যবহৃত তরল জারকের চেয়ে অনেক কম শক্তিশালী। ধাতব

পারক্লোরেট বা অ্যামোনিয়াম নাইট্রেটের তুলনায় অ্যামোনিয়াম পারক্লোরেট বেশী শক্তিশালী, তবে নাইট্রোনিয়াম পারক্লোরেটের মত নয়, বাদও অ্যামোনিয়াম পারক্লোরেটই ব্যবহারিক সুবিধার ক্ষেত্রে বেশী ব্যবহৃত হয়।

প্রোপেল্যান্টের সঙ্গে ধাতু বা ধাতব অক্সাইড যেশানো থাকলে এর আপেক্ষিক ইম্পাল্‌স অনেক বেড়ে যায়। অ্যামোনিয়াম পারক্লোরেট জারক-যুক্ত প্রোপেল্যান্টে দেখা গেছে, অ্যালুমিনিয়াম যেশাবার ফলে আপেক্ষিক ইম্পাল্‌স প্রায় 17 সেকেন্ড বেড়ে গেছে, 27 সেকেন্ড বেড়ে যায় অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড ব্যবহারে, 39 সেকেন্ড বেরিলিয়ামে এবং 57 সেকেন্ড বেরিলিয়াম হাইড্রাইড যোগ করায়।

বিভিন্ন ধারক পদার্থগুলির তুলনা করলে দেখা যায়, পলিইউরিথেন, পলিসালফাইড প্রভৃতির মধ্যে যেগুলিতে বিশেষ অক্সিজেন নেই, সেগুলি অনেকটা আদর্শ কার্বন-হাইড্রোজেন পলিমারের মতই কাজ দেয়। যেগুলিতে যথেষ্ট অক্সিজেন, যেমন—পলিএক্টার, কার্বন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হিসাবে আছে, সেগুলি অপেক্ষাকৃত ধারাপ ফল দেয়। কারণ এতে উৎপন্ন গ্যাসের গড় আণবিক ওজন কিছুটা বেশী হওয়ায় একই ওজনে কম আয়তনের

গ্যাস সৃষ্টি করে। কিন্তু অক্সিজেন যদি অনেক বেশী দুর্বলভাবে, যেমন নাইট্রোজেনের সঙ্গে যুক্ত থাকে, তবে হাইড্রোকার্বনের তুলনায় কাজই পাওয়া যায়। ধাতব পদার্থ না থাকলে আদর্শ জলন-ক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন গ্যাসে নাইট্রোজেন, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, জলীয় বাষ্প, কার্বন মনোক্সাইড ও কিছু কার্বন ডাই-অক্সাইড থাকে। ধাতু বা ধাতব হাইড্রাইড মিশ্রিত থাকলে ঐ ধাতুর অক্সাইড ও যুক্ত হাইড্রোজেনের উৎপত্তি হয়; ফলে উৎপন্ন গ্যাসের গড় আণবিক গুরুত্ব কমে যাওয়ায় মোট গ্যাসের আয়তনও বেড়ে গিয়ে অধিক ঘাতের সৃষ্টি করে।

পলিসালফাইডের বেলায় কঠিনীভূত করবার সময় সাবধান হতে হয়, যাতে বিক্রিয়াজাত অক্সিজেন বা জল প্রোপেল্যান্টের অভ্যন্তরে গ্যাস পকেটের সৃষ্টি না করে। পলিইউরিথেনের বেলায় কোন আলাদা রাসায়নিক উৎপন্ন না হওয়ায় এই অসুবিধা নেই। যে সব ধারকগুলি সহজে তাপে ভেঙে যায় না, সেগুলি জারকের কার্যকর ঘনত্ব কমিয়ে দিয়ে জলনক্রিয়ার গতিও কমিয়ে দেয়। আবার যেগুলি অল্প তাপে উচ্চ তাপ সৃষ্টি করে ভাঙতে থাকে, তাতে জারকের বিক্রিয়ার গতিও বেড়ে যায়। নীচে কয়েকটি পলিমারের গুণাগুণ দেওয়া গেল।

ধারকের নাম (Binder)	ভাঙবার তাপমাত্রা, °সে. জলনগতি (অ্যামো: পারক্লোরেটযুক্ত) (Decomposition temp.)	ই:/সে. 1000 psia চাপে
পলিইউরিথেন	> 350	0.22
পলিবিটাডাইন-অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড কোপলিমার (Polybutadine acrylic acid copolymer)	300	0.30
পলিসালফাইড (Polysulfide)	150	0.50
নাইট্রোসেলুলোজ (Nitrocellulose)	90	0.65
সিলিকন (Silicon)	75	0.72

তরল জ্বালানীর রকেটের কঠিন জ্বালানী থেকে মূল সুবিধা হলো, তার ঘাতের দিক ও পরিমাণের প্রয়োজনমাসিক নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা এবং উচ্চ শক্তির সমন্বয়। কারণ উচ্চ শক্তির জ্বালানী ও জারকগুলি হয় তরল, না হয় তরলীকৃত গ্যাস। অপর দিকে কঠিন জ্বালানীর মোটরে সুবিধা এর উপর বেশী নির্ভরতা, জটিলতামুক্ত সহজ জ্বালানী সংরক্ষণ ও সহজে এবং স্বল্প সময়ের মধ্যে ব্যবহারযোগ্যতা। কাজের রকমই ঠিক করে দেয় কোন ধরনের জ্বালানী বেশী উপযোগী। তবে কঠিন জ্বালানীর রকেটের ক্ষেত্রে সমস্ত প্রোপেল্যান্টটাই জ্বলনকক্ষে জমানো থাকায় রকেট মোটরটি একবারই চালানো যায়, ইচ্ছামত বারবার জ্বালানো ও বন্ধ করা চলে না।

এই ধরনের কঠিন জ্বালানীর রকেট সাধারণতঃ এমন সব ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়, যেখানে অল্প ঘাত সৃষ্টি করে মূল রকেটের গতিপথ সংশোধন করবার প্রয়োজন হয়। এছাড়াও রেট্রো-রকেট অর্থাৎ আবহমণ্ডলে ফেরবার সময় মহাকাশযানের গতি কমিয়ে দেওয়া বা ক্ষেত্রবিশেষে মূল প্রক্ষেপণ ব্যবস্থাতেও এর ব্যবহার হয়।

আমেরিকার চম্পাতিখানে ব্যবহৃত স্টার্ন-৫ রকেটের জ্বালানী ব্যবস্থা সংক্ষেপে এই রকমের

ছিল। প্রথম পর্যায়ে তরল অক্সিজেন ও কেরোসিন। দ্বিতীয় ও তৃতীয় পর্যায়ে তরল অক্সিজেন ও তরল হাইড্রোজেন। সার্ভিস মডিউলের জন্যে জারক নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইড ও জ্বালানী হিসেবে হাইড্রাজিন ও ডাইমিথাইল হাইড্রাজিনের মিশ্রণ। উপরিউক্ত জ্বালানী ও জারক মিশলে আপনা থেকেই জ্বলে ওঠে, অগ্নি-সংযোগের প্রয়োজন হয় না। কম্যাণ্ড মডিউলের প্রোপেল্যান্ট ছিল ঐ একই জারক ও মনো-মিথাইল হাইড্রাজিন। হাইড্রাজিন ও ডাই-মিথাইল হাইড্রাজিনের মিশ্রণ থেকে মনোমিথাইল হাইড্রাজিনের তাপসহন ক্ষমতা বেশী।

Launch escape system, অর্থাৎ বার ক্যাজ হলো রকেট উৎক্ষেপণের সময় কোন জট-বিচ্ছাতি ঘটলে মহাকাশচারীদের নিয়ে কম্যাণ্ড মডিউলটিকে মূল রকেট থেকে বিচ্ছিন্ন করে জোরে সরিয়ে আনবে। এই ব্যবস্থাটি ছিল তিনটি কঠিন প্রোপেল্যান্ট মোটর দিয়ে গড়া। এই প্রোপেল্যান্টের একটি মোটামুট গঠন এখানে দেওয়া গেল। ৭২ ভাগ অ্যামোনিয়াম পারক্লোরেট, ২২ ভাগ পলিসালফাইড ধারক, ২ ভাগ ২০ মাইক্রন অ্যালুমিনিয়াম শুঁড়া, ২ ভাগ কেরিক অক্সাইড, ১ ভাগ প্যারা-কুইনোন ডাইঅক্সিম, ০.৪ ভাগ ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড ও ০.১ ভাগ গন্ধক।

সরষের তেলে শিয়ালকাঁটার তেলের সংমিশ্রণ

নির্ণয়ের পদ্ধতি

শ্রীপ্রশান্তকুমার বসু

সরষের তেলে শিয়ালকাঁটার সংমিশ্রণ— অনেকের মতে, এপিডেমিক ড্রুপি ও গ্রুমা রোগের অন্ততম কারণ। শিয়ালকাঁটার বীজ দেখতেও অনেকটা সরষের বীজের মত। সে জন্মে এতে ভেজাল দেবার সম্ভাবনা বেশী। শিয়ালকাঁটার তেলে দুটি অ্যালকালয়েড আছে। একটির নাম সানগুইনারিন, অপরটির নাম ডাই-হাইড্রোসানগুইনারিন। এদের বিষক্রিয়ার ফলেই নাকি উপরি-উক্ত রোগ দুটি হতে দেখা যায়। শিয়ালকাঁটার তেল সামান্য পরিমাণেও গ্রহণ নিষিদ্ধ এবং সরষের তেলে ভেজাল হিসাবে নিরূপণ করবার ব্যেপেট গুরুত্ব আছে।

যে সমস্ত প্রচলিত পদ্ধতিতে সরষের তেলে শিয়ালকাঁটার ভেজাল নির্ণয় করা হয়, তা হলো (1) নাইট্রিক অ্যাসিড পরীক্ষা, (2) কেরিক ক্লোরাইড পরীক্ষা, (3) অতিবেগুনী রশ্মির প্রতিপ্রভা (Fluorescence) পরীক্ষা। প্রথম দুটি পরীক্ষার দ্বারা সাধারণতঃ ভেজাল হিসাবে শিয়ালকাঁটার তেলের অস্তিত্ব ধরা হয়। অনেক সময় আকস্মিক সংমিশ্রণও ঘটে, অর্থাৎ শিয়ালকাঁটা গাছ সরষের ক্ষেতে পাশাপাশি জন্মায়। তারই সামান্য পরিমাণ সংমিশ্রণ ধরবার জন্মে ওর পদ্ধতিই কার্যকরী। সংমিশ্রণের কারণ যাই হোক না কেন, স্বাস্থ্যহানিকর মাত্রা পর্যন্ত এটি নির্ণয় করা খুবই জরুরী কাজ।

নাইট্রিক অ্যাসিড পরীক্ষায় একটি পরীক্ষা নলে 5 মিলিলিটার তেলে 5 মিলিলিটার বিস্ফজ, বর্ণহীন নাইট্রিক অ্যাসিড ঢেলে দেওয়া হয়। কিছুক্ষণ নাড়বার পর যদি অ্যাসিডের অংশটা হল্‌দে

অথবা লাল্‌চে হয়ে ওঠে, তবে শিয়ালকাঁটার অস্তিত্ব আছে বলা যায়। এই পরীক্ষায় সর্বনিম্ন 0.5% শিয়ালকাঁটার তেলের ভেজাল ধরা যায়। দ্বিতীয় পরীক্ষায় 5 মিলিলিটার তেলের সঙ্গে 2 মিলিলিটার বিস্ফজ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও কেরিক ফোঁটা অ্যালকোহল সংমিশ্রিত করা হয়। ফুটন্ত জলের পাত্রে অ্যাসিড অংশটি পৃথক হবার পর 1 মিলিলিটার 10% কেরিক ক্লোরাইড দ্রব দিয়ে ফুটন্ত গরম জলের পাত্রে পরীক্ষা নলটি 12 মিনিট ডুবিয়ে রাখবার পর তুলে নিলে ফ্লেসের মত স্ফুট, কতকটা লাল্‌চে কমলালেবু রঙের স্ফটিক তলায় পড়ে থাকে। ঝালি চোখেও এগুলি দেখা যায় এবং অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে খুব স্পষ্ট দেখতে পাওয়া যায়। এতে সর্বনিম্ন 0.25% শিয়ালকাঁটার তেলের ভেজাল ধরা যায়। শেষোক্ত পদ্ধতিটি হচ্ছে ফ্রোম্যাটোগ্রাফির সাহায্যে অ্যালকালয়েড পৃথকীকরণ এবং অতিবেগুনী রশ্মির প্রভাবে কমলালেবু রঙের আলোক বিচ্ছুরণের দ্বারা দৃষ্টিগোচরে আনা। এই পদ্ধতিতে 0.005% অথবা তার নীচ পর্যন্ত শিয়ালকাঁটার ভেজালের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।

লেখক দীর্ঘদিন পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালিয়ে তেল থেকে একটি বিশেষ পদ্ধতিতে অ্যালকালয়েড দুটিকে মুক্ত করে নিতে পেরেছেন। পরে সেই মুক্ত অ্যালকালয়েডকে ক্লোরোকরমে ঘন দ্রব তৈরি করে একটি ফিণ্টার কাগজে দাগ কেলে নাইট্রিক অ্যাসিড পরীক্ষা এবং একটি পরীক্ষা নলের মধ্যে কেরিক ক্লোরাইড পরীক্ষা চালান। তাতে এই

পরীক্ষা দুটির নির্ণয়ের নিম্নতম মাত্রা বেড়ে গিয়ে যথাক্রমে ০.০১% এবং ০.০২% নির্ণয় করা সম্ভব হয়। এছাড়াও মিলিকলাম ও কীপ স্তর ক্রোমাটো-গ্রাফিতে, নিজস্ব পদ্ধতিতে দুটি অ্যালকালয়েডকে পৃথক করে অতিবেগুনী রশ্মির সাহায্যে দৃষ্টি-গোচর করা সম্ভব হয়েছে। যেখানে অতিবেগুনী রশ্মির ব্যবস্থা নেই, সেখানে অ্যান্টিমনি ট্রাই-ক্লোরাইড সহযোগে কমলালেবুর রঙের মত দাগ ফুটে ওঠে অ্যালকালয়েডগুলির অবস্থানের জায়গায়।

শেষোক্ত পদ্ধতির উপর নির্ভর করে লেখক শিয়ালকাঁটার তেলের পরিমাণ মাপবার একটি সহজ পদ্ধতি বের করেছেন। কলরিমিটার যন্ত্রের সাহায্যে রঙের গাঢ়তা মাপে বলে দেওয়া যায়, তেলের মধ্যে কতটা শিয়ালকাঁটার তেল আছে। এই সব পদ্ধতিতে অতি ক্রত অর্থাৎ ১৫-২০ মিনিটের মধ্যে শিয়ালকাঁটা তেলের অস্তিত্ব এবং পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।

জৈব রসায়ন-বিজ্ঞানে অবলোহিত আলোক বর্ণালীর অবদান

কালীশঙ্কর মুখোপাধ্যায়*

দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের পর থেকেই বর্ণালীবীক্ষণ পদ্ধতিগুলি রসায়নশাস্ত্রের নানা সমস্যার সমাধানে নিখুঁতভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে এবং বর্তমানে এদের দৃষ্টি বিশ্লেষণী ক্ষমতা এবং প্রয়োজনীয়তা এমন একটা স্তরে পৌঁছেছে যে, কোন রাসায়নিক তত্ত্বের ব্যাখ্যা বর্ণালীবীক্ষণ পদ্ধতির দ্বারা সমাধৃত না হলে সেই তত্ত্বের সার্বিক প্রযুক্তি সম্পর্কে নিঃসন্দেহ হওয়া যায় না। অবলোহিত আলোক বর্ণালীবীক্ষণ পদ্ধতি (Infrared spectroscopy) এই সব ব্যাপ্তিক প্রয়োগ কোর্সলের মধ্যে অত্যন্তম।

এই বিশেষ প্রয়োগ-কোর্সলের মূল কথা হলো, যখন কোন রাসায়নিক যৌগের তিতর দিয়ে আলোক-তরঙ্গ প্রবাহিত করানো হয়, তখন ঐ যৌগটি কিছু পরিমাণ আলোকশক্তি শোষণ করে, বাকি কালে পরীক্ষাধীন যৌগটির অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন ঘটে। এখন প্রশ্ন হচ্ছে—অবলোহিত

এলাকার আলোক-শক্তি^১ শোষণের ফলে ঠিক কি ধরনের অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন ঘটেছে পারে? দেখা গেছে, এই ধরনের আলোক-শক্তি যৌগের ঘূর্ণন এবং স্পন্দন-শক্তির পরিবর্তন ঘটাবার পক্ষে যথেষ্ট। সুতরাং ঐ আলোক-শক্তি শোষণের ফলে পরীক্ষাধীন যৌগটির বিশেষ অক্ষ বরাবর পারমাণবিক ঘূর্ণন ও স্পন্দন ব্যবস্থা পাঁটে বাবে। অতএব যে পরিমাণ শক্তি শোষিত হলো (বা ঘূর্ণন বা স্পন্দন-শক্তির পরিমাপক), তা যদি নিরূপণ করা যায় তা হলে বিবেচনাধীন যৌগটির

* কৃষ্ণনগর সরকারী কলেজ, কৃষ্ণনগর, নদীয়া-১

১. সাধারণতঃ প্রয়োজনীয় অবলোহিত আলোক এলাকা হচ্ছে ২.৫-১৬ মাইক্রন। এই এলাকার আলোক-শক্তির পরিমাণ হচ্ছে প্রায় ১-১০ K cal/mole। এখানে উল্লেখ করা যেতে পারে, শক্তি শোষণের ফলে অণুটি উচ্চতর শক্তি স্তরে উন্নীত হয় এবং যখন অণুটি স্বাভাবিক স্তরে ফিরে আসে, তখন শোষিত শক্তি তাপ-শক্তির আকারে নির্গত হয়।

রাসায়নিক বণ্ডের প্রকৃতি অর্থাৎ সেটির কাঠামো সম্পর্কে একটা ধারণা পাওয়া যেতে পারে। কারণ আমরা জানি, পারমাণবিক ঘূর্ণন ও স্পন্দন ব্যবস্থা রাসায়নিক বণ্ডের সঙ্গে প্রত্যক্ষভাবে জড়িত এবং প্রকৃতপক্ষে এই অর্থেই আলোচ্য প্রয়োগ-কোশলটি জৈব রসায়নে ব্যবহৃত হয়। পারমাণবিক স্পন্দন ও ঘূর্ণন ব্যবস্থা অণুর পুরা কাঠামোর সঙ্গে ঠিক কিতাবে জড়িত, তা একটা উপমার সহায়তায় স্পষ্টরূপে উপস্থাপন করা যায়। কোন একটা অণুকে স্থির বস্তু বলে মনে না করে তার পরমাণুগুলিকে এক-একটা গোলক এবং বণ্ডগুলিকে ধাতব স্প্রিং হিসাবে আমরা কল্পনা করতে পারি। আমরা জানি, প্রত্যেকটি স্প্রিংয়ের নিজস্ব স্থিতিস্থাপকতা বা স্বাভাবিক স্পন্দন-কম্পাঙ্ক (Vibrational frequency) আছে এবং এও আমরা জানি, যখন কোন একটা গোলককে একটা স্প্রিং দ্বিগে ঝুলিয়ে ক্রমাগত একটা চিহ্নিত স্থান অবধি টেনে ছেড়ে দেওয়া যায়, তখন ঐ গোলকটি একটা নির্দিষ্ট বিস্তার (Amplitude) ও কম্পাঙ্ক অনুযায়ী হুলতে থাকে। এখন এই দোহুল্যমান গোলকটির সঙ্গে যদি অল্প একটা গোলক আর একটা স্প্রিং দ্বিগে ঝুলিয়ে দেওয়া যায় এবং প্রথমোক্ত গোলকটিকে আগের চিহ্নিত স্থান অবধি টেনে এনে ছেড়ে দেওয়া যায় অর্থাৎ দোলানো যায়, তাহলে দেখা যাবে, এবার তার বিস্তার ও কম্পাঙ্ক আগের চেয়ে পৃথক হচ্ছে। সুতরাং আমরা দেখতে পাচ্ছি, কোন দুই গোলকের মধ্যবর্তী স্পন্দনগতি ঐ দুই গোলকের সঙ্গে সংযুক্ত স্প্রিং ও গোলকের উপর নির্ভরশীল। অতএব কোন একটা অতিকার অণুকে যদি আমরা বিভিন্ন প্রসারণী শক্তির স্প্রিংয়ের সাহায্যে পারস্পরিক সংযুক্ত কতকগুলি গোলকের সমন্বয় বলে মনে করি, তাহলে যখন কোন একটা বিশেষ বস্তু (স্প্রিং) স্পন্দিত হবে, তখন ঐ অণুটির

পুরা গঠন-ব্যবস্থা অল্পবিস্তর প্রভাবিত হবে এবং কোন একটা বিশেষ বণ্ডের অল্পনাশী কম্পাঙ্ক পুরা অণুর উপর নির্ভর করবে। কাজেই পারমাণবিক স্পন্দন বা ঘূর্ণন-শক্তি নিরূপণ করতে পারলে পরীক্ষাধীন যৌগটির রাসায়নিক বণ্ডের প্রকৃতি এবং তার আণবিক কাঠামো সম্পর্কে একটা ধারণা পাওয়া মোটেই অসম্ভব নয়।

এই প্রসঙ্গে উল্লেখ করা বিশেষ প্রয়োজন যে, প্রধানতঃ দু-রকমের পারমাণবিক স্পন্দন লক্ষ্য করা যায়,—(1) বণ্ডের সম্প্রসারণ ও সংকোচন-জনিত স্পন্দন বা স্ট্রেচিং (stretching), (2) বেণ্ডিং বা বিকৃতকরণ স্পন্দন। প্রথমোক্ত স্পন্দনে বণ্ডের সঙ্গে যুক্ত দুই পরমাণুর দূরত্ব কমতে বা বাড়তে পারে, কিন্তু তারা সব সময়ে একই অক্ষ বরাবর থাকে না। এই দুই প্রধান স্পন্দন কখনও যুক্তভাবে, কখনও বা বিপরীতমুখী হয়ে নানা ধরনের আণবিক বিকৃতকরণ স্পন্দন ঘটাতে পারে। কোয়ান্টাম বলবিজ্ঞান বলা হয়েছে। কোন অণু 'n' সংখ্যক পরমাণু নিয়ে গঠিত হলে সেই অণুটি $(3n-6)^2$ সংখ্যক স্বাভাবিক স্পন্দনের কলে অবলোহিত এলাকার আলোক-শক্তি শোষণ করতে পারে, যেমন দেখা যায় কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) অণুটি 3টি পরমাণু নিয়ে গঠিত। সুতরাং ঐ অণুটি $(3 \times 3 - 6) = 3$ সংখ্যক স্বাভাবিক স্পন্দনের কলে আলোচ্য শক্তি শোষণ করে।

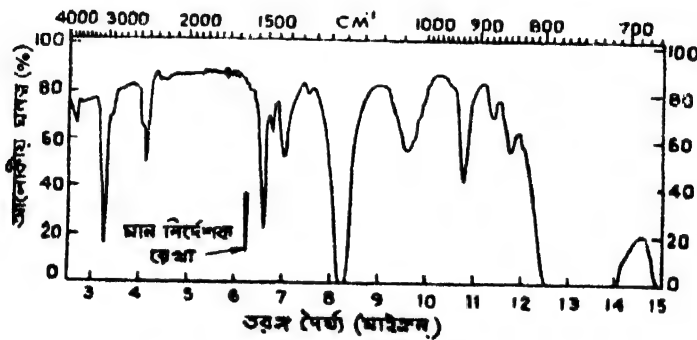
এখানে উল্লেখযোগ্য, উপরিউক্ত স্পন্দনগুলির প্রত্যেকের স্পন্দন-কম্পাঙ্ক এক নয়, পৃথক পৃথক স্পন্দনের জন্তে পৃথক পৃথক কম্পাঙ্ক লক্ষ্য করা যায়। সুতরাং বিবেচনাধীন যে কোন

2. উপরিউক্ত স্বাভাবিক স্পন্দন ছাড়া আরও কিছু অতিরিক্ত স্পন্দনের কলে আলোক-শক্তি শোষিত হতে পারে। এই অতিরিক্ত স্পন্দনগুলি ওভারটোন এবং হারমোনিক্সের উপস্থিতির জন্তে লক্ষ্য করা যায়।

অণু অবলোহিত এলাকার বিভিন্ন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোক-শক্তি শোষণ করবে। কারণ আমরা জানি শক্তির শোষণ তখনই হবে, যখন স্পন্দনের ও আলোক-তরঙ্গের কম্পাঙ্ক একই হবে। যেহেতু বিভিন্ন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোক-শক্তির কম্পাঙ্ক বিভিন্ন, সুতরাং বিভিন্ন স্পন্দনের জন্তে বিভিন্ন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোক-শক্তি শোষিত হবে। অতএব ২.৫ মাইক্রন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য থেকে কোন অণুর উপর প্রয়োজনীয় আলোক-তরঙ্গ প্রবাহিত করে ধীরে ধীরে ঐ তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য বাড়াতে থাকলে পৃথক পৃথক

একটা আলোকশৃঙ্খ এক-একটা বিশেষ বণ্ড বা কার্যকরী পুঞ্জের (Functional group) উপস্থিতি নির্দেশ করে এবং লেখচিত্রটিকে পরীক্ষাধীন বোণের অবলোহিত আলোক বর্ণালী বলা হয় (১নং চিত্র)।

আর একটা কথা বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য যে, পূর্বোক্ত সকল স্পন্দনের জন্তে আলোক-শক্তি শোষিত হয় না। পূর্বোক্ত স্পন্দনগুলির মধ্যে সেই বিশেষ ধরনের স্পন্দনের জন্তে আলোক-শক্তি শোষিত হবে, যাদের উপস্থিতির ফলে পরীক্ষাধীন অণুটির দ্বিমেরু মুহূর্তমান (Dipole moment



১নং চিত্র

স্পন্দনের (বা বিভিন্ন বণ্ডের উপস্থিতির জন্তে ঘটছে) জন্তে ভিন্ন ভিন্ন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোক-শক্তি শোষিত হবে। আলোচ্য পদ্ধতিতে ঐ শোষিত শক্তিগুলির পরিমাণ নির্ণয় করে একটা লেখচিত্রের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়। এই লেখচিত্রের এক অক্ষ তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য আর অন্য অক্ষ শোষিত শক্তির পরিমাণ বা আলোকীয় ঘনত্ব হ্রাস করে এবং শোষিত শক্তিগুলি এই লেখচিত্রের পৃথক পৃথক স্থানে শৃঙ্খের আকারে অবস্থান করে। সুতরাং এই লেখচিত্রের এক-

value) পরিবর্তিত হতে পারে। কাজেই স্রবম গুণাবলীসম্পন্ন অণুগুলির ক্ষেত্রে মোটামুটি একই ধরনের স্রবম বর্ণালী পাওয়া যায় এবং একই ধরনের রাসায়নিক বণ্ড বা কার্যকরী পুঞ্জ সকল অণুর ক্ষেত্রে মোটামুটি একটা নির্দিষ্ট তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য এলাকার আলোক-শক্তি শোষণ করে, যার ফলে ঐ সমস্ত এলাকাহিত শোষিত আলোক-শক্তি শৃঙ্খগুলিকে এক-একটা বিশেষ বণ্ড বা কার্যকরী পুঞ্জের উপস্থিতির ইঙ্গিতবাহক বলে গণ্য করা হয় (তালিকা দ্রষ্টব্য)।

তালিকা

বণ্ড বা কার্বকরী পুঞ্জ	যৌগের প্রকৃতি	আলোকশৃঙ্গের অবস্থান (মাইক্রন)
C—H	অ্যালকেন	3'38—3'51
C—H	অ্যালকিন	6'80—7'41 এবং 10—14'82
C—H	অ্যারোমেটিক	11'50—14'82
C—C	অ্যালকিন	5'95—6'10
C—O	কার্বনীল	5'68—5'92
O—H	মনোমেরিক কোহল বা কিনল	2'80—2'90
O—H	হাইড্রোজেন বণ্ডেড	2'90—3'10
N—H	অ্যামিন	2'85—3'13

এখন প্রশ্ন হচ্ছে, কিভাবে এই বার্মিক পদ্ধতিটি পরিচালনা করা হবে? সাধারণতঃ এই পদ্ধতিতে পরীক্ষাধীন যৌগটিকে ধাতব হেলাইড^৩ নির্মিত একটা ছোট্ট চাক্তিতে নিয়ে আর একটি অম্লরূপ চাক্তি দিয়ে ঢেকে দেওয়া হয় এবং তার পর ঐ পাত্রটিকে বর্ণালীবীক্ষণ যন্ত্রের (Infra red spectrophotometer) রেকর্ডার ও আলোর উৎসস্থলের মধ্যবর্তী যে কোন একটা স্থানে বসানো হয়। আলোচ্য প্রক্রিয়ার প্রধানতঃ নাঈট গ্লোয়ারকে (Nerst glower)^৪ আলোক-তরঙ্গের উৎস হিসেবে ব্যবহার করা হয় এবং পরে প্রিজম বা গ্রেটিং ব্যবহার করে প্রয়োজনীয় মনোক্রোমোটিক আলোক-তরঙ্গের উৎপত্তি ঘটায় তাকে পাত্রস্থিত যৌগের উপর প্রবাহিত করানো হয়। এখন যে পরিমাণ আলোক-শক্তি শোষিত হলো, তা বহুস্থিত স্বয়ংক্রিয় রেকর্ডারে লিপিবদ্ধ হয়। এই ভাবে

3. সাধারণতঃ সোডিয়াম ক্লোরাইড-নির্মিত চাক্তি ব্যবহার করা হয়। কাচ বা স্ফটিক-মণি-নির্মিত চাক্তি ব্যবহার করা হয় না। কারণ ঐ সকল পদার্থ আলোচ্য এলাকার বেশ ভালভাবে আলোক-শক্তি শোষণ করতে পারে।

4. নাঈট গ্লোয়ার হচ্ছে জার্বোনিয়াম, ইট্রিয়াম ও এরবিয়াম অক্সাইডের মিশ্রণে নির্মিত একটা দণ্ড। এটাকে বৈদ্যুতিক শক্তির সহায়তায় প্রায় 1500° তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে প্রয়োজনীয় আলোক-তরঙ্গের সৃষ্টি হয়।

পাত্রস্থিত যৌগ এবং আলোক-তরঙ্গের উৎসের দূরত্ব ধীরে ধীরে পরিবর্তন করে 2'5 থেকে 16 মাইক্রন এলাকার পৃথক পৃথক তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যে শোষিত আলোক-শক্তির পরিমাণ বা আলোকীয় ঘনত্ব নির্ণয় করবার পর সেগুলিকে লেখচিত্রের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়। লেখচিত্রের কাগজ-গুলি স্বয়ংক্রিয় রেকর্ডারের সঙ্গে সংযুক্ত একটা ঘূর্ণায়মান স্তম্ভকে জড়ানো থাকে। সুতরাং ঐ লেখচিত্রটিকে আলাদাভাবে অঙ্কন করবার দরকার হয় না, পরীক্ষা শেষে স্বাভাবিকভাবেই ঐ লেখচিত্রটি অঙ্কিত অবস্থায় পাওয়া যায়। এই প্রসঙ্গে একটা কথা উল্লেখ করা বিশেষ প্রয়োজন। পূর্বেই বলা হয়েছে লেখচিত্রের কাগজগুলি একটা ঘূর্ণায়মান স্তম্ভকে জড়ানো থাকে, কিন্তু সব সময়েই ঐ কাগজ-গুলিকে স্তম্ভকের একই জায়গায় জড়ানো সম্ভব হয় না। তাই ঐ লেখচিত্রের বিভিন্ন শৃঙ্গগুলির অবস্থান সঠিকভাবে সূচিত করবার জন্তে একটা মান-নির্দেশক রেখা (Calibration line) অঙ্কন করা হয়। এই উদ্দেশ্যে পলিষ্টাইরিন ব্যবহার করা হয়। পলিষ্টাইরিন অবলোহিত এলাকার 3'50, 6'23 এবং 11'03 মাইক্রনের কাছাকাছি স্থানে শৃঙ্গ প্রদর্শন করে। সুতরাং এই সকল শৃঙ্গের যে কোন একটাকে নির্দিষ্ট-মান বা ষ্ট্যান্ডার্ড ধরে নিয়ে তার পরি-প্রেক্ষিতে অন্যান্য শৃঙ্গগুলির অবস্থান সূচিত করা

হয় এবং তাদের অবস্থান সূচকের একক হচ্ছে মাইক্রন বা তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য (Cm^{-1}); যেমন—3.01 মাইক্রন, 6.15 মাইক্রন ইত্যাদি।

আলোচ্য প্রয়োগ-কৌশলটি কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় যে কোন জাতীয় যৌগের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। তবে মনে রাখতে হবে, পরীক্ষাধীন যৌগটি যেন সম্পূর্ণরূপে জলমুক্ত হয়। কারণ জলের মধ্যে হাইড্রজিন ($\text{O}-\text{H}$) বণ্ড থাকার বর্ণালীর 2.7 মাইক্রন বা 3710Cm^{-1} -এর কাছাকাছি স্থানে বেশ তীব্র শৃঙ্গ দেখা বাবে। এর ফলে পরীক্ষাধীন যৌগের বর্ণালীর সঠিক ব্যাখ্যানে যথেষ্ট সংশয় দেখা দিতে পারে। পরীক্ষা-নিরীক্ষার পর দেখা গেছে, কঠিন যৌগগুলিকে পটাশিয়াম ব্রোমাইডের (KBr) সঙ্গে মিশিয়ে খুব পাতলা চাক্তি করে নিলে নিখুঁতভাবে বর্ণালী নির্ধারণ করা যায়। এই উদ্দেশ্যে এক থেকে দুই মিলিগ্রামের মত যৌগের সঙ্গে 100-200 মিলিগ্রাম পটাশিয়াম ব্রোমাইড ভাল করে মিশিয়ে ঐ মিশ্রণকে উচ্চ-চাপে ও উচ্চতাপমাত্রার চাপ দিয়ে এক বা দুই মিলিমিটার পুরু একটা ছোট চাক্তি করা হয় এবং তারপর যথারীতি পরীক্ষা পরিচালনা করা হয়।

পটাশিয়াম ব্রোমাইডের চাক্তি ছাড়া মল (Mull) ব্যবহার করেও মোটামুটি সন্তোষজনক-ভাবে কঠিন যৌগের বর্ণালী নির্ণয় করা যেতে পারে। বহুল ব্যবহৃত মল হচ্ছে নুজল মল। খাতব হেলাইড-নির্মিত চাক্তিতে 5 মিলিগ্রামের মত কঠিন যৌগ নিয়ে তাতে কয়েক ফোঁটা নুজল মল মিশিয়ে চালনা করা হয়। তবে নুজল মল ব্যবহারের সময় মনে রাখতে হবে, যেহেতু এটা হচ্ছে বেশী আণবিক ওজনের তরল হাইড্রোকার্বনজাতীয় একটা যৌগ, সেহেতু এটি বর্ণালীর 3.3—3.5, 6.85 এবং 7.28 মাইক্রন এলাকার শৃঙ্গ প্রদর্শন করবে এবং বিবেচনাধীন যৌগের বর্ণালীর এই সকল এলাকার অবস্থিত শৃঙ্গগুলি সম্পর্কে কোন স্থির সিদ্ধান্তে পৌঁছতে বেশ সংশয় দেখা দিতে পারে।

তরল যৌগের ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি পরিচালনা করা বেশ সহজ। সোডিয়াম ক্লোরাইড-নির্মিত চাক্তিতে এক ফোঁটা তরল যৌগ নিয়ে খুব পাতলা একটা আবরণ তৈরি করা হয় এবং তার পর কঠিন যৌগের মত পরীক্ষা চালনা করলেই বর্ণালী পাওয়া বাবে।

অনেক সময় এই পদ্ধতি পরিচালনার নিমিত্ত দ্রাবক ব্যবহার করা একান্ত প্রয়োজন হয়ে পড়ে। সে সব ক্ষেত্রে যে সব দ্রাবক ব্যবহৃত হয়, তাদের মধ্যে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4) এবং কার্বন ডাই-সালফাইড (CS_2) হচ্ছে প্রধান।

উপর্যুক্ত আলোচনার পরিপ্রেক্ষিতে একথা দৃঢ়ভাবে বলা যেতে পারে যে, অবলোহিত আলোক বর্ণালীর শৃঙ্গগুলিকে ঠিকমত বিশ্লেষণ করতে পারলে জৈব যৌগে কি ধরনের কার্বকরী পুঞ্জ আছে, সে সম্পর্কে একটা সুস্পষ্ট ধারণা পেতে যেমন কোন অসুবিধা হয় না, তেমনি কোন রাসায়নিক প্রক্রিয়া ইঙ্গিত ফলাভিমুখী হচ্ছে কিনা—সে বিষয়েও ইঙ্গিত পাওয়া অসম্ভব নয়। যেমন—কোন জৈব যৌগে কার্বনীয় পুঞ্জ ($>\text{C}=\text{O}$) আছে এবং তাকে জারিত করে কোহলে রূপান্তরিত করা দরকার। জারণ-ক্রিয়া আরম্ভ করবার পর বিক্রিয়া চলবার সময় কিছুটা জারিত যৌগ নিয়ে বর্ণালী নির্ধারণ করে যদি দেখা যায় বর্ণালীতে কোহল-পুঞ্জের ($\text{O}-\text{H}$) শৃঙ্গ পাওয়া যাচ্ছে, তাহলে বুঝতে হবে রাসায়নিক প্রক্রিয়াটি ঠিকমত চলছে এবং পরিশেষে জারণ-ক্রিয়া সম্পূর্ণ হলে জারিত যৌগের বর্ণালীতে কার্বনীয় পুঞ্জের শৃঙ্গ দেখা বাবে না, কিন্তু কোহল পুঞ্জের শৃঙ্গটি যথারীতি অবস্থান করবে। আবার দুই জৈব যৌগের অভিন্নতা প্রতিপন্ন করবার কাজে খুব নিখুঁতভাবে এই বর্ণালীবীক্ষণ পদ্ধতিটা প্রয়োগ করা যেতে পারে। কারণ আমরা জানি, কোন দুই যৌগ অভিন্ন হলে তাদের বর্ণালীর প্রকৃতিও পুরাপুরি সদৃশ হবে।

খাদ্য-সংরক্ষণ

প্রশাস্ত মৈত্র*

ভারতবর্ষ কৃষিপ্রধান দেশ—শতকরা ৪৫ ভাগ লোকই কৃষিজীবী। কিন্তু ভারতে প্রকৃত বৈজ্ঞানিক উপায়ে গুদামজাত না হওয়ার উপর শস্যের (যেমন ধান, চাল, গম, ভুট্টা ইত্যাদি) শতকরা ৭.৩ ভাগ খাদ্য অপচয় হয়। ভারত সরকারের সমীক্ষা অনুযায়ী এই নষ্ট খাদ্যশস্যের বার্ষিক মূল্য প্রায় ৭০০ কোটি টাকা। প্রকৃত বৈজ্ঞানিক সংরক্ষণের অভাবে অত্যন্ত খাদ্যদ্রব্যও এইভাবে কীট-পতঙ্গ, মথ, ইঁদুর ও পাখী—ইত্যাদির দ্বারা নষ্ট হয়; যেমন—ফল, মশলা, গুড়, চিনি, তৈল বীজ ইত্যাদি। অপচয় হবার প্রধান কারণ—(১) শস্যের পোকা (Pest), (২) ইঁদুর ও পাখী, (৩) অস্বাস্থ্যকর স্যাঁতসেতে গুদাম, যেখানে ডাম্প লেগে শস্য পচে যায়। প্রায়ে প্রায়ে কৃষকদের শস্তভাণ্ডার (গোলা) এত নিয়মানের যে, সেখানে প্রচুর খাদ্যশস্য নষ্ট হয়। শহরে শহরেও প্রকৃত বৈজ্ঞানিক সংরক্ষণাগারের অভাব।

গুদামজাত খাদ্যশস্যের বড় শত্রু কীট ও মথ। একজোড়া চাল বা গমের কীট উপযুক্ত পরিবেশে তিন মাসে ১০ লক্ষে উপনীত হয় এবং ঐ জাতীয় কীটের জীবনচক্র শস্তদানার অভ্যন্তরেই পূর্ণতা লাভ করে। ফলে সেই সব শস্তদানার ভিতরে খাদ্যবস্তু বলতে কিছুই থাকে না। নীচে কয়েকটি কীট ও মথের নাম দেওয়া হলো, যারা সব সময়েই গুদামজাত ধান, চাল, গম, আটা, ময়দা, রবিশস্য ইত্যাদির ক্ষয়বহু ক্ষতি সাধন করে।

(১) চালের পোকা (Sitophilus oryzae),

(২) হিল্লকারী পোকা (Rhizopertha dominica), (৩) বাপরা (Trogoderma granaria),

(৪) ময়দার পোকা (Tribolium castenium), (৫) করাতমুখো পোকা (Oryzaephilus surinamensis), (৬) রবিশস্যের পোকা, (Bruchus species), (৭) চালের মথ (Corcyra cephalonica), (৮) শস্যের মথ (Ephestia cautella)।

এই সব কীট, মথ, ইঁদুর ও পাখীর হাত থেকে খাদ্যশস্যকে একমাত্র বৈজ্ঞানিক উপায়ে সংরক্ষণ-পদ্ধতির দ্বারা রক্ষা করা সম্ভব। যে গুদাম বা সংরক্ষণাগারে বৈজ্ঞানিক প্রক্রিয়ার খাদ্যশস্যের গুণ ও পরিমাণ অপরিবর্তিত অবস্থায় রাখা যায়, তাকে বৈজ্ঞানিক সংরক্ষণাগার বলা হয়।

খাদ্যশস্যের কীট-পতঙ্গ ও মথ বিনাশ করা কষ্টসাধ্য—বিশেষতঃ বর্ষাকালে এদের বংশবৃদ্ধির হার কল্পনাভীতভাবে বৃদ্ধি পায়। এদের বিনাশ করা যায় কিউমিগেশন করে। কিউমিগেশন বলতে আমরা বুঝি, বায়ুরোধী অবস্থায় কীট-নাশক গ্যাসের ঘোঁরার সাহায্যে বাবতীর কীট, মথ এবং তাদের গিউপা ও ডিম বিনাশ করা। অধুনা কীটনাশের জন্তে অনেক নূতন উপায় আবিষ্কৃত হয়েছে এবং সেগুলি নিয়ে অনেক পরীক্ষা-নিরীক্ষা চলছে। নীচে তার কিছু উদাহরণ দেওয়া হলো।

(১) তাপ প্রয়োগ— 140° কারেনহাইট তাপ ১০ মিনিট বা 120° কা: তাপ ২০ মি: পর্যন্ত প্রয়োগ করে দেখা গেছে, খাদ্যশস্যের বাবতীর কীট ও মথ বিনষ্ট হয়। তৈল বীজের ক্ষেত্রে এটি প্রযোজ্য নয়।

(২) ঠাণ্ডা প্রয়োগ—যদি তাপমাত্রা 18° সেলসিয়াসে নামিয়ে প্রয়োগ করা হয়, তবে কীট ও মথ জীবন্ত থাকে না।

(৩) বিকিরণ-শক্তি প্রয়োগ—শব্দ-তরঙ্গ, তড়িৎ শক্তি, অবলোহিত আলো, অতিবেগুনী রশ্মি—ইত্যাদির সাহায্যে খাদ্যশস্যের যাবতীয় কীট ও মথ অতি অল্প সময়ে বিনাশ করা যায়; কিন্তু এসব প্রক্রিয়া ব্যয়বহুল।

(৪) আয়ন-বিকিরণ প্রথা—কোবাল্ট ৬০ যে তেজস্ক্রিয় বিকিরণ করে, তাতে দেখা গেছে—কোন কীট-পতঙ্গ, মথ অথবা খাদ্যদ্রব্যের অন্তর্নিহিত সজীব কীট অতি দ্রুত মরে যায়। এই প্রক্রিয়ার ফল অত্যন্ত কার্যকর এবং এই সম্বন্ধে পারমাণবিক শক্তি কেন্দ্রে পরীক্ষা-নিরীক্ষা চলছে।

(৫) জৈব নিয়ন্ত্রণ—এক জাতীয় জীবাণু বা কীট-পতঙ্গের দ্বারা তাদের শত্রু অল্প জাতীয় জীবাণু বা কীট-পতঙ্গ ধ্বংস করা। এরা শত্রুর দেহ ভক্ষণ করে বেঁচে থাকে, যার ফলে খাদ্যশস্য ঐ কীট-পতঙ্গের কবল থেকে রক্ষা পায়।

(৬) কীটনাশক ঔষধের দ্বারা নিয়ন্ত্রণ—যেমন বেজিন হেক্সাক্লোরাইড, পাইরিথ্রাম ও ম্যালাথিয়ন—ইমালশন হিটিয়ে কীট-পতঙ্গ মারা। মিথাইল ব্রোমাইড, ইথিলিন ডাই-ব্রোমাইড, অ্যালুমিনিয়াম ফসফাইড ইত্যাদির ঘোঁড়ার দ্বারা ফিউমিগেট করা বা জীবাণু নাশ করা।

ইঁহর শুদামজাত খাদ্যশস্যের আর একটি বড় শত্রু। একজোড়া ইঁহর ১ বছরে ১০০টিতে পরিণত হয়। ১টি ইঁহর দিনে ২৫ গ্রাম শস্য খায় এবং সঙ্গে সঙ্গে বিভিন্ন প্রকারে আরও প্রায় ১০ গুণ খাদ্যশস্য মাছুরের আহার্যের অস্থপযোগী করে নষ্ট করে। ১ বছরে ১টি ইঁহর ৯ কে. জি. শস্য খায়, যার মূল্য প্রায় ৪ টাকা। পরিসংখ্যান অস্থায়ী ভারতে ১১০ রকম জাতের প্রায় 48×10^8 ইঁহর আছে।

ইঁহর মারবার যে পদ্ধতি চলে আসছে, তাকে বেটিং বলে, অর্থাৎ ইঁহর-মারা বিষ ক্রটি, কলা এবং একটু তেল দিয়ে চট্টকে মেখে ইঁহরের যাতায়াতের পথে রেখে দিতে হয়। এই বেটু খেয়ে ইঁহর মারা যায়। ইঁহর এত বুদ্ধিমান, স্পর্শসচেতন এবং এদের জ্ঞানশক্তি এত বেশী যে, ঐ বেটু তারা সহজে খেতে চায় না। তার জন্তে প্রথম কয়েক দিন বিষ না মেশানো বেটু দিয়ে শুরু করে ৪ঠাৎ একদিন বিষ মেশানো বেটু দিলে কার্যকরী হয়। কয়েকটি ইঁহর মারা বিষ—যেমন, জিক ফসফাইড, থ্যালিয়াম সালফেট, বেরিয়াম কার্বনেট, আর্সেনিক অক্সাইড ইত্যাদি। এই বেটু প্রয়োগে খুব বেশী হলেও শতকরা ৪০ ভাগ ইঁহর মারা যায়।

বর্তমানে বেটের সাহায্যে নতুন এক ধরনের ইঁহর মারা বিষ প্রয়োগ করা হয়, যার দ্বারা ইঁহরের আভ্যন্তরীণ রক্তক্ষরণ হয় এবং তার ফলে ইঁহর মারা যায়। এই জাতীয় বিষকে বলা হয় অ্যান্টিকোয়াগুল্যান্ট; যেমন—Warfarin, Pival, Tomorin ইত্যাদি। এই বিষ প্রয়োগে খুব বেশী হলেও ৯০ ভাগ ইঁহর মারা যায়। কিন্তু শতকরা ৯৫-১০০ ভাগ ইঁহর মারতে না পারলে কোন ফল নেই। কারণ ইঁহর বিপুল সংখ্যার বংশবৃদ্ধি করে। উদাহরণস্বরূপ ধরা যাক, কোন স্থানে ১০০টি ইঁহর আছে এবং সেখানে ৬০টির উপযুক্ত খাদ্য আছে। যদি বেটিং করে ৪০টি ইঁহর মারা হয়, তবে বাদ বাকী ৬০টির তয়ানক আনন্দ হয়—যেহেতু তাদের প্রতিদ্বন্দ্বীর সংখ্যা কমে যায়। এই পরিস্থিতিতে ঐ ৬০টি ইঁহর এক মাসে আবার ১০০টিতে পরিণত হয়। বর্তমানে ইঁহরের পরিবার পরিকল্পনা নিয়ে অনেক গবেষণা চলছে। তবে ইঁহরের উৎপাত থেকে খাদ্যশস্য বাঁচাবার একমাত্র উপায়—শুদাম ও সংরক্ষণাগারকে অবশ্যই ইঁহর-প্রতিরোধক করা।

পাখীর মধ্যে চডুই ও পাররা শুদামের খাদ্য-

শস্ত্রের প্রভূত ক্ষতি করে। সে জন্তে পাখী ঢোকবার পথ ভারের জাল দিয়ে ঢেকে দেওয়া প্রয়োজন। পাখীর ক্ষেত্রেও পরিবার পরিকল্পনা নিয়ে গবেষণা চলছে।

এখন দেখা যাক, কি কি উপায়ে ঝাড়া সংরক্ষণ হয়। (1) বস্তার মাধ্যমে সংরক্ষণ, (2) বাঁক সংরক্ষণ, (3) বিশেষ প্রক্রিয়ার সংরক্ষণ।

(1) বস্তার মাধ্যমে সংরক্ষণ—গুদামে সাধারণতঃ ঝাড়াশস্ত্র বস্তায় তরে সংরক্ষণ করা হয়। বস্তাগুলি সরাসরি মেঝেতে রাখা হয় না বা রাখা ঠিকও নয়। কারণ ডাম্প লেগে ঝাড়াশস্ত্র নষ্ট হয়ে যায়। কার্ঠের পাটাতনের উপর বস্তাগুলি শুরে শুরে সাজিয়ে রাখা হয়। দেয়াল থেকে 2½' তফাতে রাখা হয় এবং প্রতিটি লাটের মধ্যে 2½' দূরত্ব রাখা হয়। এদের বলা হয় গলিপথ।

(2) বাঁক সংরক্ষণ—

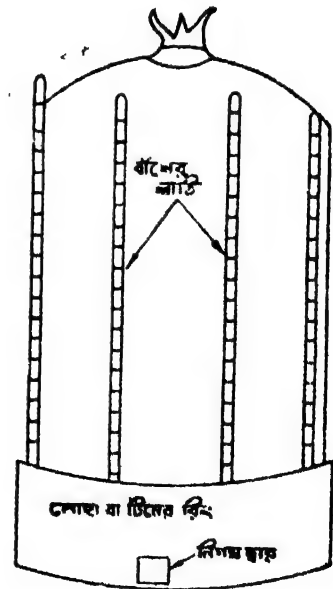
(ক) লোহার চাদর দিয়ে তৈরি গোলা বা বিন : কনক কুঠী—ভারত সরকারের গ্রেন রিসার্চ ইনস্টিটিউট (হাপুর, উত্তরপ্রদেশ) এই



কনক কুঠী

ধানের গোলার পরিবর্তে এগুলি ব্যবহার করা চলে, বার তিতরে ঝাড়াশস্ত্র অক্ষত ও অপরিবর্তিত অবস্থায় 4-5 বছর থাকে। কোন কীট বা মথ ঝাড়াশস্ত্রে লাগতে পারে না অথবা লাগলেও অতি সহজেই কীটনাশক ওষুধ প্রয়োগে তা ধ্বংস করা যায়। আর্দ্রতা, ইঁদুর, আরশোলা, পিপড়ের হাত থেকে ঝাড়াশস্ত্র রক্ষা পায়। সহজে ঝাড়াশস্ত্র চুরি যাবার সম্ভাবনা নেই। 8' উঁচু, 8' ব্যাস। চালু ছাদ। ছাদে 2' ম্যানহোল ও ঢাকনা। বিনের অভ্যন্তরে বায়ু-চলাচলের ব্যবস্থা আছে। নীচে ঝাড়াশস্ত্র বের করবার জন্তে কানালের মত তৈরি পথ আছে। মাটি থেকে 3' উপরে বিনের অবস্থান। 100 কুইন্টাল ঝাড়াশস্ত্র মজুত করতে পারে, এমন একটি বিন তৈরির খরচ প্রায় 1800 টাকা।

(খ) প্রাস্টিক বা রাবারের বিন : কিশাণ কুঠী—এই জাতীয় বিন তৈরির খরচ অনেক কম



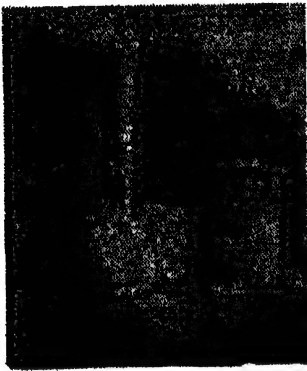
কিশাণ কুঠী

জাতীয় গোলা বা বিন প্রস্তুত করে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করছে। আমাদের দেশের কৃষকদের পক্ষে

এবং সবচেয়ে সুবিধা হলো, অংশগুলি বিচ্ছিন্ন করে স্থানান্তরিত করা যায়। 2' উঁচু লোহা বা

টিনের চাদরের গোলাকৃতি রিং (ঠিক পাভকুয়ার মত), বার ভিতরে চতুর্দিকে করে কটা বাঁশের লাঠি বসিয়ে তার ভিতরে রাবার বা প্রান্তিকের গোলাকৃতি চাদর ঝুলিয়ে দিতে হবে। লোহার রিংয়ের তলদেশও ঐ লোহা বা টিনের। ভিতরে খাদ্যশস্ত রেখে মুখ বেঁধে দিতে হবে। প্রয়োজন-মত উপর বা নীচে থেকে খাদ্যশস্ত বের করা যায়। ১০' উঁচু, ৫' ব্যাস ও ৩০ কুইন্টাল খাদ্যশস্ত মজুদ করতে এই জাতীয় বিন তৈরির খরচ প্রায় ২০০ টাকা।

(গ) সিমেন্টের ঢালাই বিন : ধান কুঠী— এই জাতীয় বিন সিমেন্ট দিয়ে তৈরি, মজবুত ও জলবায়ু প্রতিরোধ করতে সক্ষম। ২' উঁচু বেটনী বা রিং পর পর সাজিয়ে সিমেন্ট দিয়ে জুড়ে



ধান কুঠী, (বা-দিকে গোলাকৃতি গ্রাস কাইবারের আধার, ডানদিকে ধানকুঠী।)

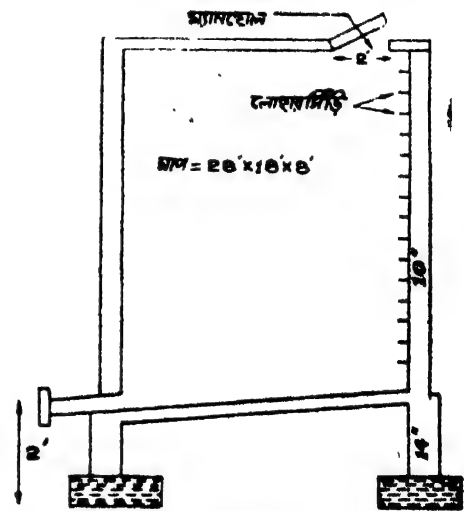
দেওয়া হয়। হাদে ম্যানহোল, ঢাকনা ও নীচে শস্ত বের করার নালী আছে। সমস্ত কীট, মথ, ইঁদুর ইত্যাদির হাত থেকে খাদ্যশস্ত দীর্ঘ দিন অক্ষত অবস্থায় থাকে। ৪' উঁচু, ৪' ব্যাস ও ৬০ কুইন্টাল খাদ্যশস্ত ধারণক্ষমতাবিশিষ্ট এই জাতীয় বিন তৈরির খরচ প্রায় ৪০০ টাকা।

(ঘ) উন্নত বিন—সিমেন্টের বড়ভূজী বিন অনেক উপকারে লাগছে। মাটি থেকে ৩' উঁচু

জোড়ায় জোড়ায় ছ-সারিতে সাজানো। সুউচ্চ হাদে ম্যানহোল ও ঢাকনা আছে। নীচে ফানেলের মত তৈরি পথ দিয়ে খাদ্যশস্ত বের করা যায়। কীট-পতঙ্গ, মথ, ইঁদুর, পিঁপড়ে, পত, পাখী, ডাম্প ইত্যাদির হাত থেকে খাদ্যশস্তকে দীর্ঘদিন অক্ষত অবস্থায় রাখা যায়।

(ঙ) গোলাকৃতি বিন—উপরিউক্ত সিমেন্ট কংক্রিটের বিনের মতই, তবে গোলাকৃতি। একই রকমভাবে সাজানো। এক-একটি বিনের ব্যাস ১৫', উচ্চতা ১৭' এবং এতে ২৪০ কুইন্টাল খাদ্যশস্ত মজুত করা যায়।

(চ) সিমেন্ট বিন : আনাঁজ ঘর ২' উঁচু প্রাটফরমের উপর এই বিন অবস্থিত। ১০' দেয়াল—সিমেন্ট প্রাস্টার করা। হাদে ২'

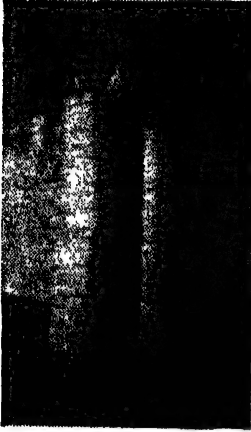


আনাঁজ ঘর

ম্যানহোল ও ঢাকনা আছে। নীচে মালনি-গম ঘার। বিনের মেঝে কিছুটা ঢালু করা। একটি ২৩' লম্বা, ১৪' চওড়া ও ৪' উচ্চতাবিশিষ্ট এই জাতীয় বিন (আনাঁজ ঘর) তৈরি করতে প্রায় ৫০০০ টাকা খরচ হয় এবং ৬০০ কুইন্টাল খাদ্যশস্ত মজুদ রাখা যায়।

(ছ) সাইলো—খাদ্যশস্ত সংরক্ষণের সর্বাধুনিক

ব্যবস্থা হলো সাইলো। ইম্পাভের তৈরি স্লুউচ বিন, বার প্রত্যেকটির ধারণক্ষমতা 20 থেকে 500 টন পর্যন্ত হয়। খাদ্যশস্য বোঝাই ও খালাস করা হয় যন্ত্রের সাহায্যে; যেমন—কনভেয়ার বেল্ট, এলিভেটর ইত্যাদি। 5-6 বছর খাদ্যশস্য অক্ষত ও



সাইলো

অপরিবর্তিত অবস্থায় মজুদ করা যায়। একই সংরক্ষণ ক্ষমতা নিয়ে সাইলো গুদামের $\frac{1}{8}$ অংশ স্থান জুড়ে থাকে। কলকাতার এবং হাপুরে (উত্তর প্রদেশ) সাইলোতে খাদ্যশস্য মজুদ করা হয়।

(3) বিশেষধরনের সংরক্ষণাগার—হলুদ, লক্ষা, তৈল বীজ, কফি ইত্যাদি সংরক্ষণ করা হয় সম্পূর্ণ ভিন্ন উপায়ে—যেখানে কীটপতঙ্গ, মথ, ডাম্প, কাঁদাসের দ্বারা এরা ক্ষতিগ্রস্ত না হয়। তৈলবীজের ক্ষেত্রে আর্দ্রতা শতকরা 6-7 ভাগের বেশী হবে না, নইলে সংরক্ষণ করা যায় না।

লক্ষা অবশ্যই শুষ্ক থাকবে, তবে খুব বেশী হলেও শতকরা 10 ভাগ আর্দ্রতা থাকতে পারে। লক্ষা, হলুদ ইত্যাদি আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রক।

বায়ুরোধী, ঢালাই গুদামে দীর্ঘদিন সংরক্ষণ করা যায়।

গুড় বাতাসের জলীয় বাষ্পের জন্তে গলে গিয়ে ঝোলা গুড়ে পরিণত হয়। আর্দ্রতা ও তাপ নিয়ন্ত্রিত করে গুড় দীর্ঘ দিন অপরিবর্তিত অবস্থায় সংরক্ষণ করা যায়। গুড়ের সংরক্ষণাগার বায়ুরোধী করা হয়, শোষক যন্ত্রের দ্বারা ভিতরের বায়ু বাইরে বের করে দেওয়া হয় এবং আর্দ্রতা ও তাপ নিয়ন্ত্রিত করে বরাবর অপরিবর্তনীয় রাখা হয়। কেন্দ্রীয় সংরক্ষণাগার সংস্থার মুজফ্ফরনগরে (উত্তর প্রদেশ) গুড়ের এই জাতীয় একটি বিশেষ সংরক্ষণাগার আছে। তবে সাধারণভাবে গুড় যদি পলিথিন বা চটের কাপড় দিয়ে ভালভাবে মুড়ে রাখা হয়, তবে তা দীর্ঘদিন ভাল অবস্থায় থাকে।

হিমঘর—এই জাতীয় সংরক্ষণাগারে তাপ ও আর্দ্রতা এত কম যে, কীটপতঙ্গ, মথ, কাঁদাস ও জীবাণুর দ্বারা খাদ্যদ্রব্যের ক্ষতি হবার কোন সম্ভাবনা নেই। সাধারণতঃ আলু, কল ইত্যাদি হিমঘরে রাখা হয়। কেন্দ্রীয় সংরক্ষণাগার সংস্থা ও পশ্চিম বঙ্গ সংরক্ষণাগার সংস্থার হিমঘর ও বহু বৈজ্ঞানিক সংরক্ষণাগার আছে, যেখানে খাদ্যশস্য দীর্ঘদিন অবিকৃত অবস্থায় রাখা হয়। তাছাড়া পশ্চিম বঙ্গে সংরক্ষণাগার সংস্থা বৈজ্ঞানিক উপায়ে বর্তমানে খাদ্যকর্পোরেশনের খাদ্যশস্য (যেমন ধান, চাল, গম ইত্যাদি) কৃত্তিহের সঙ্গে দীর্ঘদিন ধরে অবিকৃত অবস্থায় সংরক্ষণ করে আসছে। দেখা গেছে, প্রতি বছর পশ্চিম বঙ্গ ওয়ার হাউসিং কর্পোরেশনের সংরক্ষণ ব্যবস্থার মাধ্যমে খাদ্যশস্য অপচয়ের হাত থেকে রক্ষা তো হচ্ছেই, অধিকন্তু এর কলে মজুদ খাদ্যশস্য পরিমাণে বেশীও হচ্ছে।

বিষের প্রতিষেধক তৈয়ারী করা যায় এবং উহা Antivenin নামে বাজারে বিক্রয় হয়। বিভিন্ন সাপের বিষের ক্রিয়া যেমন আলাদা, Anti-venim-ও তেমনি আলাদা হইবে। এখন গোখরা, চিতি, বোরা সাপের Antivenin নির্দিষ্ট পরিমাণে মিশাইয়া Polyvalent anti-snake serum তৈয়ারী করা হয়। কোন্ সাপে কামড়াইয়াছে, জানা না গেলে প্রথমে ঐ সিরামই ইনজেকশন দেওয়া হয়।

মানব সভ্যতায় সাপ

বিষধর সাপ যেমন মৃত্যুর কারণ, তেমনি এই সভ্যরূপে মানব সমাজে সাপের প্রয়োজনীয়তাও কম নয়। এই কারণেই বোধ হয়, হিন্দুশাস্ত্রে সাপকে মনসাদেবীর বাহন হিসাবে পূজা করিবার বিধান দেওয়া হইয়াছে। সর্প-দেবতার পূজা শুধু ভারতবর্ষে নয়, পৃথিবীর অন্যান্য দেশেও হইয়া থাকে। সাপের উপকারিতা নিয়ে উল্লেখ করা হইল।

১. রোডেট দমন :—কৃষকদের ক্ষেতে যখন ধান, গম প্রভৃতি শস্য পাকিয়া ওঠে, তখন মাক্ষবের পরম শত্রু হিসাবে ইঁহর, কাঠবিড়ালী প্রভৃতি জন্তরা ঐ শস্যকে প্রচুর পরিমাণে নষ্ট করে। ইঁহর আবার প্রেগ রোগেরও জীবাণু বহন করে। Dr. Kunhardt ১৯১৯ সালে হিসাব করিয়া দেখান যে, মাত্র কুড়ি বৎসরে শুধু ইঁহরই ভারতবর্ষে ১২৪১ কোটি টাকার সম্পত্তি নষ্ট করিয়াছে। এখন ঐ সমস্ত রোডেট জাতীয় জন্তদের দমন করিবার জন্য সাপের প্রয়োজনীয়তা সযত্নে পৃথিবীর সব দেশের লোকই বোধে সচেতন।

২. ঋণ হিসাবে সাপ—ময়াল সাপ (পাইথন) ভারতবর্ষ, চীন এবং ব্রহ্মদেশে ঋণ হিসাবে প্রচলিত আছে। আমেরিকাসহ পশ্চিমী দেশ-গুলিতে ময়াল সাপের মাংস হোটেল-রেইস্টো

সুস্বাদু ঋণ হিসাবে পরিবেশিত হইয়া থাকে। আদিবাসীরা অন্যান্য বিষহীন সাপকেও ঋণ হিসাবে ব্যবহার করিয়া থাকে।

৩. বেদেদের জীবিকা—বিভিন্ন দেশে জীবন্ত সাপের খেলা দেখাইয়া বেদেদের জীবিকা অর্জন করে।

৪. সাপের চামড়া—সাপের চামড়ার চাহিদা যথেষ্ট। ইহা বেট, জুতা, হাতব্যাগ, চিক্রনি, সিগারেট এবং তামাক রাখিবার কেস প্রভৃতি তৈয়ারী করিতে কাজে লাগে। এমন কি, খেলাধুলার জন্য জ্যাকেট, ক্যাপ, নেকটাই প্রভৃতিও ইহার দ্বারা তৈয়ারী হয়। সাপের চামড়া দিয়া জুতার উপরিভাগ ঢাকিবার জন্য বাজারে ইহার প্রচুর চাহিদা। বই বাধাইয়ের কাজেও ইহার চাহিদা কম নয়। Dr. Klauber-এর হিসাব অনুযায়ী দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের সময় ভারতবর্ষ, নেদারল্যান্ড, ওয়েস্ট ইণ্ডিজ প্রভৃতি দেশ হইতে বৎসরে ৪৫ লক্ষ টাকার সাপের চামড়া পশ্চিমী দেশগুলিতে পাঠান হইত।

৫. সাপের চর্বি—ইহা আয়ুর্বেদ চিকিৎসায় একটি প্রয়োজনীয় ঔষধ হিসাবে ব্যবহৃত হয়; বোরা সাপের চর্বি হইতে যে তেল তৈয়ারী হয়, তাহা টিউমার, অবশ হাত-পা এবং মোচড়ানো অঙ্গ-প্রত্যঙ্গে মালিশ হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

৬. সাপের বিষের এনজাইম—সাপের বিষের বিভিন্ন এনজাইমকে বারোকেমিষ্টরা বিভিন্ন কাজে প্রয়োগের জন্য ব্যাপক গবেষণা চালাইতেছেন।

৭. ঔষধ হিসাবে সাপ—বিভিন্ন চিকিৎসায় সাপের বিষ খুবই উপকারী। Chopra এবং Chouhan ১৯৪০ সালে দেখাইয়াছেন যে, গোখরা সাপের বিষ ন্যায়কুষ্ঠ (Neural leprosy) রোগে বিশেষ উপকারী। ঐ বিষ ক্রনিক ন্যায়কুষ্ঠ, পা ও হাতের গাঁটের ব্যথার (Arthritis) এবং

মৃগী রোগে ব্যবহার করা হয়। আমেরিকার চিকিৎসাশাস্ত্রে ক্যালার, মাথার ব্যথা এবং অসুস্থতা প্রশমনে গোখরা সাপের বিষ ব্যবহৃত হয়। Pradhan এবং Patwabardhan (1941)

বলিয়াছেন যে, Hæmophelia রোগ এবং জরায়ুতে রক্তপাত উপশমে বোরা সাপের বিষ খুবই কাজে লাগে। হোমিওপ্যাথি চিকিৎসার সাপের বিষ ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

কঠিন প্রোপেল্যান্ট

সত্যেন্দ্রনাথ গুপ্ত

প্রোপেল্যান্ট বলতে বোঝায় এমন কতকগুলি পদার্থ, যেগুলির বিস্ফোরণজাত শক্তি কোন কিছুকে অতীত দিকে প্রচণ্ড বেগে ধাবিত করে। বন্দুক-গিল্ডলের কাট্রিজের খোলে বা কামানের খোলে এবং রকেটের প্রচণ্ড গতির প্রয়োজনীয় ঘাত সৃষ্টির কাজে এরই ব্যবহার হয়। এগুলি নানারকমের হয়। পুরনো যুগে চলতো সোরা, করলা ও গন্ধকের মিশ্রণে প্রস্তুত গান পাউডার। কিন্তু এর ক্ষমতা খুবই সীমিত, তাই নতুন নতুন বিস্ফোরকের আবিষ্কার বাড়তে লাগলো। রকেটের প্রয়োজনে বেশব প্রোপেল্যান্ট ব্যবহৃত হয়, সেগুলিকে ষোটামুটি দুই ভাগে ভাগ করা চলতে পারে—তরল ও কঠিন প্রোপেল্যান্ট। তরল প্রোপেল্যান্ট ব্যবহার সাধারণতঃ তরল আলানী ও তরল জারক আলাদাভাবে থাকে এবং জলন-কক্ষে এই দুটির মিলন-ক্রিয়ার ফলে উত্তপ্ত গ্যাস প্রচণ্ড বেগে ধাবিত হয়ে রকেটটিকে উদ্বিগতি দান করে। কিন্তু কঠিন প্রোপেল্যান্ট জলনকক্ষেই জমানো থাকে এবং প্রয়োজনমত প্রজ্বলন করানো হয়। আমরা এখানে কঠিন প্রোপেল্যান্টের কথা সংক্ষেপে আলোচনা করবো।

কঠিন প্রোপেল্যান্টকে প্রধানতঃ দুই ভাগে ভাগ করা চলতে পারে। দ্বিমূল প্রোপেল্যান্ট (Double base propellant) এবং বিবিধ প্রোপেল্যান্ট (Composite propellant)। উভয়

প্রকার আলানীর জন্তে ষোটামুটি একই রকমের জলনকক্ষ বা রকেট মোটর ব্যবহৃত হয়। খুব শক্ত ধরনের ইম্পাত দিয়ে সিলিণ্ডারাকৃতির এই কক্ষটি তৈরি করা হয় (ইম্পাতের টেনসাইল স্ট্রেংথ প্রতি বর্গইঞ্চিতে 200,000 পাউণ্ডেরও বেশী)। সমস্ত প্রোপেল্যান্টটাই কক্ষের ভিতরের দেয়ালের চারপাশে জমিয়ে দেওয়া হয় এবং মাঝ বরাবর একটি গর্ত করা থাকে, যার চারদিকে আশুন লাগাবার পর জলতে থাকে। বৈদ্যুতিক উপায়ে একটি প্রচণ্ড তাপ-উৎপাদক বারুদে (পাইরো-টেকনিক) অগ্নিসংযোগ করা হয় এবং এর ফলেই জমানো প্রোপেল্যান্টের গর্ত বরাবর উন্মুক্ত পৃষ্ঠ জলতে শুরু করে উত্তপ্ত জলনজাত গ্যাস প্রচণ্ড বেগে পিছনের উন্মুক্ত পথ দিয়ে বেরতে থাকে এবং প্রয়োজনীয় ঘাত সৃষ্টির ফলে রকেটটি উদ্বিগতি লাভ করে।

দ্বিমূল প্রোপেল্যান্ট উৎপন্ন হয় প্রধানতঃ নাইট্রোসেলুলোজ ও নাইট্রোগ্লিসারিনের মিশ্রণে। পদার্থদুটিকে মোটরকক্ষে প্রবেশ করিয়ে 45°-55° সে. তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়; ফলে দুটি পদার্থ বেশ ভালভাবে মিলে গিয়ে একটি কঠিন পদার্থরূপে কক্ষটির দেয়াল বরাবর বসে যায়। একটি দণ্ডের সাহায্যে ভিতরে জলনক্রিয়ার উপযোগী উন্মুক্ত কেন্দ্রের জন্তে গর্ত করা থাকে। অনেক সময় এছাড়াও জারক পদার্থ হিসাবে অ্যামো-

নিয়ম পারক্লোরট এবং অ্যালুমিনিয়াম বা অল্প কোন ধাতব জ্বালানীও এর মধ্যে মিশ্রিত করে দেওয়া হয়। নাইট্রোগ্লিসারিনের সহজ বিস্ফোরকতার জন্তে অনেক সময় এর বদলে অল্প নাইট্রো বোঁগ, যেমন—ডাইইথিলিন গ্রাইকল ডাইনাইট্রেট, ট্রাইইথিলিন গ্রাইকল ডাইনাইট্রেট বা ট্রাইমিথাইলল ইথেন ট্রাইনাইট্রেট ইত্যাদিও ব্যবহৃত হয়।

রকেটশিল্পে প্রোপেল্যান্টের গুণাগুণ সাধারণতঃ আপেক্ষিক ইম্পাল্স (Specific impulse) দিয়ে মাপা হয়। সেই পরিমাপকে উৎপন্ন ঘাত ও প্রোপেল্যান্ট পুড়ে যাবার হারের অনুপাত হিসাবে প্রকাশ করা হয়। কাজেই এর একক হিসাবে দেখানো হয় পাউণ্ড-সেকেন্ড ইম্পাল্স অর্থাৎ পাউণ্ডপ্রতি প্রোপেল্যান্ট খরচে বা কেবলমাত্র সেকেন্ডে। উপরিউক্ত বিমূগ প্রোপেল্যান্টে উৎপন্ন আপেক্ষিক ইম্পাল্স বেশ কম, তাই আরও বেশী শক্তিশালী প্রোপেল্যান্টের খোঁজেই বিমিশ্র প্রোপেল্যান্টের উৎপত্তি হয়েছে।

বিমিশ্র প্রোপেল্যান্টের মূল কথা হলো, অ্যামোনিয়াম পারক্লোরট বা অল্প কোন জারক পদার্থ এবং কোন ধাতব জ্বালানী কোন একটি ধারক (Binder) যৌগের মধ্যে মিলিয়ে পরে রাসায়নিক অন্তর্বন্ধনে (Chemical crosslinking) পুরা জিনিষটাকে শক্ত কঠিন পদার্থে পরিণত করা। বর্তমানে ব্যবহৃত ধারকগুলি প্রধানতঃ পলিবিউটা-ডাইন-অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড, এপক্সাইড দিয়ে জংশনিক করা পলিইউরিথেন এবং পলিসালফাইড।

প্রচলিত পলিমারগুলির মধ্যে পলিসালফাইড (Thiokol-ST)-এরই ব্যবহার বেশী। উপযুক্ত জৈব ডাইথিওলাইড ও সোডিয়াম ডাইসালফাইডের বিক্রিয়ার এই পলিমারটি উৎপন্ন হয়। এটিকে ব্যবহারের জন্তে প্রথমে এর আণবিক ওজন কমিয়ে একটি ভেলের মত তরল পদার্থে পরিণত করা হয়।

এর পরের কাজ প্রোপেল্যান্টের প্রয়োজনীয় জারক ও অন্তর্ভুক্ত জিনিষগুলি বেশ ভালভাবে মিশিয়ে ফেলা। উৎপন্ন ঘন তরল মিশ্রণটিকে এবার কোন ধাতব অক্সাইড (PbO_2) বা জৈব পারঅক্সাইড বা প্যারাকুইনোন ডাইঅক্সিমের সাহায্যে কঠিন অন্তর্বন্ধনযুক্ত পলিমারে রূপান্তরিত করা হয়। আপেক্ষিক ইম্পাল্স বাড়ানোর প্রয়োজনে অনেক সময় দুটি সালফাইড মূলকের মাঝে কার্বনের সংখ্যা বাড়িয়ে দেওয়া হয়, যেমন—ডোডেকাইমিথাইলিন পলিসালফাইডে দুটি সালফার পরমাণুর মধ্যে বারোটি কার্বন পরমাণু রয়েছে। একই রকম মূল পদ্ধতিতে পলিবিউটাডাইন-অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড কোপলিমার বা পলিপ্রোপাইলিন গ্রাইকল এবং ট্রাইল-এর সঙ্গে জারক ও ধাতব জ্বালানী মিশিয়ে প্রথমোক্ত ক্ষেত্রে এপক্সাইড দিয়ে এবং দ্বিতীয় ক্ষেত্রে টলাইলিন ডাইআইসোথায়ানেন্ট দিয়ে পুরা তরল মিশ্রণটিকে কঠিন পলিমারে রূপান্তরিত করা হয়। অবশ্য এর জন্তে কিছু তাপ প্রয়োগের প্রয়োজন হয়। শেষোক্ত পদ্ধতিতে প্রস্তুত পলিমারটিই হলো পলিইউরিথেন। কঠিনীকৃত করবার আগেই সমস্ত ঘন তরল মিশ্রণটিকে রকেট মোটরের মধ্যে ঢুকিয়ে নেওয়া হয় এবং জ্বলনের উপযোগী গর্ত তৈরির জন্তে একটি দণ্ড (Mandrel) মাঝ বরাবর ঢুকিয়ে রাখা হয়। এর পর সমগ্র মোটরটিকে প্রয়োজনীয় তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়; ফলে পদার্থটি রাসায়নিক অন্তর্বন্ধনযুক্ত একটি কঠিন পদার্থ হিসাবে মোটরের মধ্যে জমে থাকে। তিতরে জ্বলনক্রিয়ার উপযোগী পৃষ্ঠদেশ-সম্বিত একটি গর্ত করবার জন্তে বেঁদগুটি প্রবেশ করানো থাকে, এবার সেটিকে বের করে নেওয়া হয়।

বিমিশ্র প্রোপেল্যান্টে ধারক ছাড়াও থাকে একটি জারক ও কিছু ধাতব জ্বালানী। নাইট্রোনিয়াম পারক্লোরাইডকে বাদ দিলে অন্তর্ভুক্ত কঠিন জারকগুলি তরল জ্বালানীতে ব্যবহৃত তরল জারকের চেয়ে অনেক কম শক্তিশালী। ধাতব

পারক্লোরেট বা অ্যামোনিয়াম নাইট্রেটের তুলনায় অ্যামোনিয়াম পারক্লোরেট বেশী শক্তিশালী, তবে নাইট্রোনিয়াম পারক্লোরেটের মত নয়, বাদও অ্যামোনিয়াম পারক্লোরেটই ব্যবহারিক সুবিধার ক্ষেত্রে বেশী ব্যবহৃত হয়।

প্রোপেল্যান্টের সঙ্গে ধাতু বা ধাতব অক্সাইড মেশানো থাকলে এর আপেক্ষিক ইম্পাল্স অনেক বেড়ে যায়। অ্যামোনিয়াম পারক্লোরেট জারক-যুক্ত প্রোপেল্যান্টে দেখা গেছে, অ্যালুমিনিয়াম মেশাবার ফলে আপেক্ষিক ইম্পাল্স প্রায় 17 সেকেন্ড বেড়ে গেছে, 27 সেকেন্ড বেড়ে যায় অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড ব্যবহারে, 39 সেকেন্ড বেরিলিয়াম এবং 57 সেকেন্ড বেরিলিয়াম হাইড্রাইড যোগ করায়।

বিভিন্ন ধারক পদার্থগুলির তুলনা করলে দেখা যায়, পলিইউরিথেন, পলিসালফাইড প্রভৃতির মধ্যে যেগুলিতে বিশেষ অক্সিজেন নেই, সেগুলি অনেকটা আদর্শ কার্বন-হাইড্রোজেন পলিমারের মতই কাজ দেয়। যেগুলিতে যথেষ্ট অক্সিজেন, যেমন—পলিএস্টার, কার্বন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হিসাবে আছে, সেগুলি অপেক্ষাকৃত ধারাপ কল দেয়। কারণ এতে উৎপন্ন গ্যাসের গড় আণবিক ওজন কিছুটা বেশী হওয়ায় একই ওজনে কম আয়তনের

গ্যাস সৃষ্টি করে। কিন্তু অক্সিজেন যদি অনেক বেশী হ্রবলতাবে, যেমন নাইট্রোজেনের সঙ্গে যুক্ত থাকে, তবে হাইড্রোকার্বনের তুলনীয় কাজই পাওয়া যায়। ধাতব পদার্থ না থাকলে আদর্শ জলন-ক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন গ্যাসে নাইট্রোজেন, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, জলীয় বাষ্প, কার্বন মনোক্সাইড ও কিছু কার্বন ডাই-অক্সাইড থাকে। ধাতু বা ধাতব হাইড্রাইড মিশ্রিত থাকলে ঐ ধাতুর অক্সাইড ও যুক্ত হাইড্রোজেনের উৎপত্তি হয়; ফলে উৎপন্ন গ্যাসের গড় আণবিক গুরুত্ব কমে যাওয়ায় মোট গ্যাসের আয়তনও বেড়ে গিয়ে অধিক ঘাতের সৃষ্টি করে।

পলিসালফাইডের বেলায় কঠিনীভূত করবার সময় সাবধান হতে হয়, যাতে বিক্রিয়াজাত অক্সিজেন বা জল প্রোপেল্যান্টের অভ্যন্তরে গ্যাস পকেটের সৃষ্টি না করে। পলিইউরিথেনের বেলায় কোন আলাদা রাসায়নিক উৎপন্ন না হওয়ায় এই অসুবিধা নেই। যে সব ধারকগুলি সহজে তাপে ভেঙ্গে যায় না, সেগুলি জারকের কার্যকর ঘনত্ব কমিয়ে দিয়ে জলনক্রিয়ার গতিও কমিয়ে দেয়। আবার যেগুলি অল্প তাপে উচ্চ তাপ সৃষ্টি করে তাড়তে থাকে, তাতে জারকের বিক্রিয়ার গতিও বেড়ে যায়। নীচে কয়েকটি পলিমারের গুণাগুণ দেওয়া গেল।

ধারকের নাম (Binder)	ভাঙ্গবার তাপমাত্রা, °সে. জলনগতি (অ্যামো: পারক্লোরেটযুক্ত) (Decomposition temp.)	ই:/সে. 1000 psia চাপে
পলিইউরিথেন	>350	0.22
পলিবিউটাডাইন-অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড কোপলিমার (Polybutadine acrylic acid copolymer)	300	0.30
পলিসালফাইড (Polysulfide)	150	0.50
নাইট্রোসেলুলোজ (Nitrocellulose)	90	0.65
সিলিকন (Silicon)	75	0.72

তরল জ্বালানীর রকেটের কঠিন জ্বালানী থেকে মূল সুবিধা হলো, তার ঘাটের ঝিক ও পরিমাণের প্রয়োজনমাত্তিক নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা এবং উচ্চ শক্তির সমন্বয়। কারণ উচ্চ শক্তির জ্বালানী ও জ্বারকগুলি হয় তরল, না হয় তরলীকৃত গ্যাস। অপর দিকে কঠিন জ্বালানীর মোটরে সুবিধা এর উপর বেশী নির্ভরতা, জটিলতামুক্ত সহজ জ্বালানী সংরক্ষণ ও সহজে এবং স্বল্প সময়ের মধ্যে ব্যবহারযোগ্যতা। কাজের রকমই ঠিক করে দেয় কোন্ ধরনের জ্বালানী বেশী উপযোগী। তবে কঠিন জ্বালানীর রকেটের ক্ষেত্রে সমস্ত প্রোপেল্যান্টটাই জ্বলনক্ষে জমানো থাকায় রকেট মোটরটি একবারই চালানো যায়, ইচ্ছামত বারবার জ্বালানো ও বন্ধ করা চলে না।

এই ধরনের কঠিন জ্বালানীর রকেট সাধারণতঃ এমন সব ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়, যেখানে অল্প ঘাত সৃষ্টি করে মূল রকেটের গতিপথ সংশোধন করার প্রয়োজন হয়। এছাড়াও রেট্রো-রকেট অর্থাৎ আবহমণ্ডলে ফেরবার সময় মহাকাশযানের গতি কমিয়ে দেওয়া বা ক্ষেত্রবিশেষে মূল প্রক্ষেপণ ব্যবস্থাতেও এর ব্যবহার হয়।

আমেরিকার চম্পাতিখানে ব্যবহৃত স্টার্ন-৫ রকেটের জ্বালানী ব্যবস্থা সংক্ষেপে এই রকমের

ছিল। প্রথম পর্বায়ে তরল অক্সিজেন ও কেরোসিন। দ্বিতীয় ও তৃতীয় পর্বায়ে তরল অক্সিজেন ও তরল হাইড্রোজেন। সার্ভিস মডিউলের জন্তে জ্বারক নাইট্রোজেন টেট্রাইড ও জ্বালানী হিসেবে হাইড্রাজিন ও ডাইমিথাইল হাইড্রাজিনের মিশ্রণ। উপরিউক্ত জ্বালানী ও জ্বারক মিশলে আগুন থেকেই জলে ওঠে, অগ্নি-সংযোগের প্রয়োজন হয় না। কম্যাণ্ড মডিউলের প্রোপেল্যান্ট ছিল ঐ একই জ্বারক ও মনো-মিথাইল হাইড্রাজিন। হাইড্রাজিন ও ডাই-মিথাইল হাইড্রাজিনের মিশ্রণ থেকে মনোমিথাইল হাইড্রাজিনের তাপসহন ক্ষমতা বেশী।

Launch escape system, অর্থাৎ যার কাজ হলো রকেট উৎক্ষেপণের সময় কোন ত্রুটি-বিচ্যুতি ঘটলে মহাকাশচারীদের নিয়ে কম্যাণ্ড মডিউলটিকে মূল রকেট থেকে বিচ্ছিন্ন করে জোরে সরিয়ে আনবে। এই ব্যবস্থাটি ছিল তিনটি কঠিন প্রোপেল্যান্ট মোটর দিয়ে গড়া। এই প্রোপেল্যান্টের একটি মোটরটি গঠন এখানে দেওয়া গেল। ৭২ ভাগ অ্যামোনিয়াম পারক্লোরেট, ২২ ভাগ পলিসালফাইড ধারক, ২ ভাগ ২০ মাইক্রন অ্যালুমিনিয়াম গুঁড়া, ২ ভাগ কেরিক অক্সাইড, ১ ভাগ প্যারা-কুইনোন ডাইঅক্সিম, ০.৪ ভাগ ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড ও ০.১ ভাগ গন্ধক।

সরবের তেলে শিয়ালকাঁটার তেলের সংমিশ্রণ নির্ণয়ের পদ্ধতি

শ্রীপ্রশান্তকুমার বসু

সরবের তেলে শিয়ালকাঁটার সংমিশ্রণ—
অনেকের মতে, এপিডেমিক ড্রপসি ও গ্রুমা রোগের
অন্ততম কারণ। শিয়ালকাঁটার বীজ দেখতেও
অনেকটা সরবের বীজের মত। সে জন্তে এতে
ভেজাল দেবার সম্ভাবনা বেশী। শিয়ালকাঁটার
তেলে দুটি অ্যালকালয়েড আছে। একটির নাম
সানগুইন্যারিন, অপরটির নাম ডাই-হাইড্রোসানগুই-
ন্যারিন। এদের বিষক্রিয়ার ফলেই নাকি উপরি-
উক্ত রোগ দুটি হতে দেখা যায়। শিয়ালকাঁটার
তেল সামান্য পরিমাণেও গ্রহণ নিষিদ্ধ এবং সরবের
তেলে ভেজাল হিসাবে নিরূপণ করবার বথেষ্ট
শুরু আছে।

যে সমস্ত প্রচলিত পদ্ধতিতে সরবের তেলে
শিয়ালকাঁটার ভেজাল নির্ণয় করা হয়, তা হলো (1)
নাইট্রিক অ্যাসিড পরীক্ষা, (2) কেরিক ক্লোরাইড
পরীক্ষা, (3) অতিবেগুনী রশ্মির প্রতিপ্রভা (Fluor-
escence) পরীক্ষা। প্রথম দুটি পরীক্ষার দ্বারাই
সাধারণতঃ ভেজাল হিসাবে শিয়ালকাঁটার তেলের
অস্তিত্ব ধরা হয়। অনেক সময় আকস্মিক সংমিশ্রণও
ঘটে, অর্থাৎ শিয়ালকাঁটা গাছ সরবের ক্ষেতে
পাশাপাশি জন্মায়। তারই সামান্য পরিমাণ সংমিশ্রণ
ধরবার জন্তে 3য় পদ্ধতিই কার্যকরী। সংমিশ্রণের
কারণ বাই হোক না কেন, বাস্তুহানিকর মাত্রা
পর্বন্ত এটি নির্ণয় করা খুবই জরুরী কাজ।

নাইট্রিক অ্যাসিড পরীক্ষার একটি পরীক্ষা নলে
5 মিলিলিটার তেলে 5 মিলিলিটার বিস্তৃত, বর্ণহীন
নাইট্রিক অ্যাসিড ঢেলে দেওয়া হয়। কিছুক্ষণ
নাড়বার পর যদি অ্যাসিডের অংশটা হলুদে

অথবা লালচে হয়ে ওঠে, তবে শিয়ালকাঁটার
অস্তিত্ব আছে বলা যায়। এই পরীক্ষার সর্বনিম্ন
0.5% শিয়ালকাঁটার তেলের ভেজাল ধরা যায়।
দ্বিতীয় পরীক্ষার 5 মিলিলিটার তেলের সঙ্গে
2 মিলিলিটার বিস্তৃত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও
করেক কোঁটা অ্যালকোহল সংমিশ্রিত করা হয়।
ফুটন্ত জলের পাत्रে অ্যাসিড অংশটি পৃথক হবার
পর 1 মিলিলিটার 10% কেরিক ক্লোরাইড দ্রব দিয়ে
ফুটন্ত গরম জলের পাत्रে পরীক্ষা নলটি 12 মিনিট
ডুবিয়ে রাখবার পর তুলে নিলে স্ফেচের মত নরু,
কতকটা লালচে কমলালেবু রঙের স্ফটিক তলার
পড়ে থাকে। খালি চোখেও এগুলি দেখা যায় এবং
অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে খুব স্পষ্ট দেখতে
পাওয়া যায়। এতে সর্বনিম্ন 0.25% শিয়ালকাঁটার
তেলের ভেজাল ধরা যায়। শেষোক্ত পদ্ধতিটি হচ্ছে
ক্রোমাটোগ্রাফির সাহায্যে অ্যালকালয়েড পৃথকী-
করণ এবং অতিবেগুনী রশ্মির প্রভাবে কমলা-
লেবু রঙের আলোক বিচ্ছুরণের দ্বারা দৃষ্টিগোচর
আনা। এই পদ্ধতিতে 0.005% অথবা তার নীচ
পর্বন্ত শিয়ালকাঁটার ভেজালের পরিমাণ নির্ণয়
করা যায়।

লেখক দীর্ঘদিন পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালিয়ে তেল
থেকে একটি বিশেষ পদ্ধতিতে অ্যালকালয়েড
দুটিকে মুক্ত করে নিতে পেরেছেন। পরে সেই
মুক্ত অ্যালকালয়েডকে ক্রোরোকরমেন দ্রব তৈরি
করে একটি ফিন্টার কাগজে দাগ কেলে নাইট্রিক
অ্যাসিড পরীক্ষা এবং একটি পরীক্ষা নলের মধ্যে
কেরিক ক্লোরাইড পরীক্ষা চালান। তাতে এই

পরীক্ষা দুটির নির্ণয়ের নিম্নতম সীমা বেড়ে গিয়ে যথাক্রমে ০.০১% এবং ০.০২% নির্ণয় করা সম্ভব হয়। এছাড়াও মিলিকলাম ও ক্রীণ স্তর ক্রোমাটো-গ্রাফিতে, নিজস্ব পদ্ধতিতে দুটি অ্যালকালয়েডকে পৃথক করে অতিবেগুনী রশ্মির সাহায্যে দৃষ্টি-গোচর করা সম্ভব হয়েছে। যেখানে অতিবেগুনী রশ্মির ব্যবস্থা নেই, সেখানে অ্যান্টিমনি ট্রাই-ক্লোরাইড সহযোগে কমলালেবুর রঙের মত দাগ ফুটে ওঠে অ্যালকালয়েডগুলির অবস্থানের জায়গায়।

শেষোক্ত পদ্ধতির উপর নির্ভর করে লেখক শিয়ালকাঁটার তেলের পরিমাণ মাপবার একটি সহজ পদ্ধতি বের করেছেন। কলরিমিটার যন্ত্রের সাহায্যে রঙের গাঢ়তা মাপে বলে দেওয়া যায়, তেলের মধ্যে কতটা শিয়ালকাঁটার তেল আছে। এই সব পদ্ধতিতে অতি দ্রুত অর্থাৎ ১৫-২০ মিনিটের মধ্যে শিয়ালকাঁটা তেলের অস্তিত্ব এবং পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।

জৈব রসায়ন-বিজ্ঞানে অবলোহিত আলোক বর্ণালীর অবদান

কালীশঙ্কর মুখোপাধ্যায়*

দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের পর থেকেই বর্ণালীবীক্ষণ পদ্ধতিগুলি রসায়নশাস্ত্রের নানা সমস্যার সমাধানের নিখুঁতভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে এবং বর্তমানে এদের দৃষ্টি বিশ্লেষণী ক্ষমতা এবং প্রয়োজনীয়তা এমন একটা স্তরে পৌঁছেছে যে, কোন রাসায়নিক তত্ত্বের ব্যাখ্যা বর্ণালীবীক্ষণ পদ্ধতির দ্বারা সমাধৃত না হলে সেই তত্ত্বের সার্বিক প্রযুক্তি সম্পর্কে নিঃসন্দেহ হওয়া যায় না। অবলোহিত আলোক বর্ণালীবীক্ষণ পদ্ধতি (Infrared spectroscopy) এই সব ব্যাপ্তিক প্রয়োগ কোশলের মধ্যে অন্তর্ভুক্ত।

এই বিশেষ প্রয়োগ-কোশলের মূল কথা হলো, যখন কোন রাসায়নিক বোঁগের তিতর দিয়ে আলোক-তরঙ্গ প্রবাহিত করানো হয়, তখন ঐ বোঁগটি কিছু পরিমাণ আলোকশক্তি শোষণ করে, যার ফলে পরীক্ষাধীন বোঁগটির অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন ঘটে। এখন প্রশ্ন হচ্ছে—অবলোহিত

এলাকার আলোক-শক্তি^১ শোষণের ফলে ঠিক কি ধরণের অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন ঘটেতে পারে? দেখা গেছে, এই ধরণের আলোক-শক্তি বোঁগের ঘূর্ণন এবং স্পন্দন-শক্তির পরিবর্তন ঘটাবার পক্ষে যথেষ্ট। সুতরাং ঐ আলোক-শক্তি শোষণের ফলে পরীক্ষাধীন বোঁগটির বিশেষ অক্ষ বরাবর পারমাণবিক ঘূর্ণন ও স্পন্দন ব্যবস্থা পাণ্ডে যাবে। অতএব যে পরিমাণ শক্তি শোষিত হলো (বা ঘূর্ণন বা স্পন্দন-শক্তির পরিমাপক), তা যদি নিরূপণ করা যায় তা হলে বিবেচনাধীন বোঁগটির

* কৃষ্ণনগর সরকারী কলেজ, কৃষ্ণনগর, নদীয়া-১

১. সাধারণতঃ প্রয়োজনীয় অবলোহিত আলোক এলাকা হচ্ছে ২.৫-১৬ মাইক্রন। এই এলাকার আলোক-শক্তির পরিমাণ হচ্ছে প্রায় ১-১০ K cal/mole। এখানে উল্লেখ করা যেতে পারে, শক্তি শোষণের ফলে অণুটি উচ্চতর শক্তি স্তরে উন্নীত হয় এবং যখন অণুটি স্বাভাবিক স্তরে ফিরে আসে, তখন শোষিত শক্তি তাপ-শক্তির আকারে নির্গত হয়।

রাসায়নিক বণ্ডের প্রকৃতি অর্থাৎ সেটির কাঠামো সম্পর্কে একটা ধারণা পাওয়া যেতে পারে। কারণ আমরা জানি, পারমাণবিক ঘূর্ণন ও স্পন্দন ব্যবস্থা রাসায়নিক বণ্ডের সঙ্গে প্রত্যক্ষভাবে জড়িত এবং প্রকৃতপক্ষে এই অর্থেই আলোচ্য প্রয়োগ-কৌশলটি জৈব রসায়নে ব্যবহৃত হয়। পারমাণবিক স্পন্দন ও ঘূর্ণন ব্যবস্থা অণুর পুরা কাঠামোর সঙ্গে ঠিক কিভাবে জড়িত, তা একটা উপমার সহায়তায় স্পষ্টরূপে উপস্থাপন করা যায়। কোন একটা অণুকে স্থির বস্তু বলে মনে না করে তার পরমাণুগুলিকে এক-একটা গোলক এবং বগুগুলিকে ধাতব স্প্রিং হিসাবে আমরা কল্পনা করতে পারি। আমরা জানি, প্রত্যেকটি স্প্রিংয়ের নিজস্ব স্থিতিস্থাপকতা বা স্বাভাবিক স্পন্দন-কম্পাঙ্ক (Vibrational frequency) আছে এবং এও আমরা জানি, যখন কোন একটা গোলককে একটা স্প্রিং দিয়ে বুলিয়ে ক্রমাগত একটা চিহ্নিত স্থান অবধি টেনে ছেড়ে দেওয়া যায়, তখন ঐ গোলকটি একটা নির্দিষ্ট বিস্তার (Amplitude) ও কম্পাঙ্ক অনুযায়ী দুলতে থাকে। এখন এই দোদুল্যমান গোলকটির সঙ্গে যদি অন্য একটা গোলক আর একটা স্প্রিং দিয়ে বুলিয়ে দেওয়া যায় এবং প্রথমোক্ত গোলকটিকে আগের চিহ্নিত স্থান অবধি টেনে এনে ছেড়ে দেওয়া যায় অর্থাৎ দোলানো যায়, তাহলে দেখা যাবে, এবার তার বিস্তার ও কম্পাঙ্ক আগের চেয়ে পৃথক হচ্ছে। সুতরাং আমরা দেখতে পাই, কোন দুই গোলকের মধ্যবর্তী স্পন্দনগতি ঐ দুই গোলকের সঙ্গে সংযুক্ত স্প্রিং ও গোলকের উপর নির্ভরশীল। অতএব কোন একটা অতিকার-অণুকে যদি আমরা বিভিন্ন প্রকারী শক্তির স্প্রিংয়ের সাহায্যে পারস্পরিক সংযুক্ত কতকগুলি গোলকের সমন্বয় বলে মনে করি, তাহলে যখন কোন একটা বিশেষ বস্তু (স্প্রিং) স্পন্দিত হবে, তখন ঐ অণুটির

পুরা গঠন-ব্যবস্থা অনবিন্দুর প্রভাবিত হবে এবং কোন একটা বিশেষ বণ্ডের অস্থানীয় কম্পাঙ্ক পুরা অণুর উপর নির্ভর করবে। কাজেই পারমাণবিক স্পন্দন বা ঘূর্ণন-শক্তি নিরূপণ করতে পারলে পরীক্ষাধীন যৌগটির রাসায়নিক বণ্ডের প্রকৃতি এবং তার আণবিক কাঠামো সম্পর্কে একটা ধারণা পাওয়া মোটেই অসম্ভব নয়।

এই প্রসঙ্গে উল্লেখ করা বিশেষ প্রয়োজন যে, প্রধানতঃ দু-রকমের পারমাণবিক স্পন্দন লক্ষ্য করা যায়,—(1) বণ্ডের সম্প্রসারণ ও সংকোচন-জনিত স্পন্দন বা ষ্ট্রেচিং (stretching), (2) বেণ্ডিং বা বিকৃতকরণ স্পন্দন। প্রথমোক্ত স্পন্দনে বণ্ডের সঙ্গে যুক্ত দুই পরমাণুর দূরত্ব কমতে বা বাড়তে পারে, কিন্তু তারা সব সময়ে একই অক্ষ বরাবর থাকে না। এই দুই প্রধান স্পন্দন কখনও যুক্তভাবে, কখনও বা বিপরীতমুখী হয়ে নানা ধরনের আণবিক বিকৃতকরণ স্পন্দন ঘটাতে পারে। কোয়ান্টাম বলবিজ্ঞান বলা হয়েছে। কোন অণু 'n' সংখ্যক পরমাণু নিয়ে গঠিত হলে সেই অণুটি $(3n-6)^2$ সংখ্যক স্বাভাবিক স্পন্দনের কলে অবলোহিত এলাকার আলোক-শক্তি শোষণ করতে পারে, যেমন দেখা যায় কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) অণুটি 3টি পরমাণু নিয়ে গঠিত। সুতরাং এই অণুটি $(3 \times 3 - 6) = 3$ সংখ্যক স্বাভাবিক স্পন্দনের কলে আলোচ্য শক্তি শোষণ করে।

এখানে উল্লেখযোগ্য, উপরিউক্ত স্পন্দনগুলির প্রত্যেকের স্পন্দন-কম্পাঙ্ক এক নয়, পৃথক পৃথক স্পন্দনের জন্তে পৃথক পৃথক কম্পাঙ্ক লক্ষ্য করা যায়। সুতরাং বিবেচনাধীন যে কোন

2. উপরিউক্ত স্বাভাবিক স্পন্দন ছাড়া আরও কিছু অতিরিক্ত স্পন্দনের কলে আলোক-শক্তি শোষিত হতে পারে। এই অতিরিক্ত স্পন্দনগুলি ওভারটোন এবং হারমনিক্সের উপস্থিতির জন্তে লক্ষ্য করা যায়।

সংকেত পাঠ। চন্দ্রপৃষ্ঠে যে লেসার প্রতিফলক স্থাপিত হয়েছে, তার দ্বারা পৃথিবী ও চাঁদের দূরত্ব অত্যন্ত সঠিকভাবে জানা গেছে (সম্ভাব্য ভুলের পরিমাণ ছয় ইঞ্চির বেশী নয়)।

মহাকাশিক প্রকৃতির পক্ষে প্রবল কিনা, বিজ্ঞানীদের কাছে সেটি এক বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন। পৃথিবী ও চাঁদের দূরত্ব সর্বদা সমান থাকে না। সারা বছরে এই দূরত্ব ক্রিভাবে বদলায়, তা সঠিক জানা থাকলে এই প্রশ্নের উত্তর পাওয়া যেতে পারে।

মার্কিন বিজ্ঞানীরা লেসার হলো গ্রামের সাহায্যে মাত্র এক ফুট দীর্ঘ বস্তুর ত্রিমাত্রিক ছবি তোলাবার কৌশল আবিষ্কার করেছেন। ফটোগ্রাফিক প্লেটে ত্রিমাত্রিক ছবি তোলাবার কৌশল-কেই হলোগ্রাফি বলে। লিখিত তথ্যাদির ছবি তোলা এবং প্রয়োজনমত সেগুলি প্রেরণ করবার জন্তে এই কৌশলকে কাজে লাগানো যাবে বলে গবেষকদের বিশ্বাস।

চিকিৎসাশাস্ত্রেও রক্তপাতবিহীন অস্ত্রোপচারের জন্তে লেসার রশ্মি ব্যবহৃত হচ্ছে। চোখের পিছন দিকে অবস্থিত রেটিনা যদি অক্ষিগোলক থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে পড়ে, তবে কেন্দ্রীভূত লেসার রশ্মির সাহায্যে তা অনায়াসে এক সেকেন্ডের এক সহস্রাংশ সময়ের মধ্যেই জোড়া লাগিয়ে দেওয়া যায়। অথচ সাধারণ প্রচলিত উপায়ে এই জাতীয় একটি অস্ত্রোপচারে তিন-চার ঘণ্টারও বেশী সময় লাগে। লেসার রশ্মি ক্যান্সার-আক্রান্ত দেহকোষগুলিকেও বিনষ্ট করতে পারে।

লেসার রশ্মি থেকে যে তাপ উৎপন্ন হয়, তার দ্বারা বিভিন্ন ধাতুকে জোড়া দেওয়া যায়। এমন কি, সাধারণ উপায়ে জোড়া দেওয়া যায় না এমন বিরুদ্ধ ধর্মীয় ধাতু এবং তাপের প্রতিবন্ধক যে সিরামিক, তাকেও লেসার রশ্মির সাহায্যে জোড়া দেওয়া সম্ভব। লেসার রশ্মির সাহায্যে ধাতু এবং হীরকখণ্ডের মধ্যে খুব দ্রুত হিল (বাস '০০১

ইঞ্চি) করা যায়। তাড়াতাড়ি গাছ কাটবার ব্যাপারেও লেসার রশ্মি ব্যবহার করা যেতে পারে।

ব্যবহারিক রসায়ন-বিজ্ঞানে লেসার এরই মধ্যে গুরুত্বপূর্ণ স্থান অধিকার করেছে। কতকগুলি রাসায়নিক পদার্থের উপর কোন বিশেষ তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট রশ্মিগুচ্ছ আপতিত হলে সেই পদার্থটি অধিক মাত্রায় সক্রিয় হয়ে পড়ে। লেসারের সাহায্যে সেই বিশেষ তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য-বিশিষ্ট রশ্মিগুচ্ছ উৎপন্ন করা হয় এবং সেই রশ্মিগুচ্ছের সাহায্যে রাসায়নিক বিক্রিয়ার (বাতে উপরিউক্ত বিশেষ ধর্মবিশিষ্ট কোন রাসায়নিক পদার্থ অংশ গ্রহণ করে) বেগ ত্বরান্বিত করা হয়।

উপযুক্ত ক্ষমতাসম্পন্ন লেসার রশ্মির সাহায্যে বিমানাদি অনায়াসে ধ্বংস করা চলে। বিমান-বিশ্বংসী কামানের গোলার চেয়ে লেসার রশ্মি অনেক সঠিকভাবে লক্ষ্যে আঘাত হানতে পারে।

লক্ষ্যবস্তুর উপর সঠিকভাবে বোমা নিক্ষেপের কাজে লেসার রশ্মি ব্যবহার করা যায় কিনা—এই বিষয়ে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের বিজ্ঞানীরা গত পাঁচ বছরে প্রচুর গবেষণা চালিয়েছেন এবং সম্প্রতি এই বিষয়ে যথেষ্ট সাফল্য অর্জন করেছেন।

লেসার ক্রিভাবে নিক্ষিপ্ত বোমাকে নিয়ন্ত্রণ করে, তার বিশদ আলোচনার মধ্যে না গিয়ে সংক্ষেপে এটুকু বলা যেতে পারে যে, বোমা নিক্ষেপকারী বিমান ছাড়া অল্প একটি বিমান থেকে লক্ষ্যবস্তুর উপর লেসার রশ্মি নিক্ষেপ করা হয়। প্রতিক্রিয়া রশ্মির পথ অনুসরণ করেই নিক্ষেপকারী বিমান থেকে বোমা বা মিসাইল সঠিকভাবে লক্ষ্যবস্তুর উপর আঘাত হানে। লেসার রশ্মির এই ব্যবহার অত্যন্ত ব্যয়সাপেক্ষ হবে বলে অনেকের ধারণা। বর্তমানে একটি ২০০০ পাউণ্ড ওজনের বোমার জন্তে খরচ হয় অন্ততঃ ৩০,০০০ টাকা।

গত একদশকে লেসার-বিজ্ঞানের খুবই উন্নতি ঘটেছে। আমেরিকা ছাড়াও রাশিয়া,

জার্মেনী, জাপান প্রভৃতি দেশের এতে গুরুত্ব-পূর্ণ অবদান রয়েছে। এই সব দেশের বৈজ্ঞানিক-দের ঐকান্তিক চেষ্টায় প্রতিদিনই লেসার-বিজ্ঞানের নব নব দিগন্ত উন্মোচিত হচ্ছে। লেসার ও মেসারের উপর মৌলিক গবেষণার

জুড়ে 1964 সালে আমেরিকার বৈজ্ঞানিক টাউল ও রাশিয়ার ছ'জন বিশিষ্ট পদার্থবিদ ব্যাসন্ত ও প্রচোরাৎকে নোবেল পুরস্কার দেওয়া হয়। আমাদের দেশেও লেসারের উপর গবেষণা আরম্ভ হয়েছে।

সৌরশক্তির ভবিষ্যৎ ব্যবহার

পার্থসারথি চক্রবর্তী*

বর্তমানে আমরা বড় ধরনের তিন রকম শক্তি পেয়ে থাকি। সেগুলি হচ্ছে—ফসিল জ্বালানীর রাসায়নিক শক্তি, নিউক্লিয়ার শক্তি এবং সৌর-শক্তি। এর মধ্যে সৌরশক্তি হলো মানুষের জীবন-ধারণের পক্ষে অপরিহার্য। প্রকৃতপক্ষে যাবতীয় প্রাণীর জীবনই সৌরশক্তির উপর নির্ভর করছে এবং দূর্ধ্বিকরণ ব্যতীত কোনও প্রাণের অস্তিত্বই সম্ভব নয়। একথা ভাবতে আশ্চর্য লাগে যে, এই বিরাট সৌরশক্তিকে মানবকল্যাণের কাজে নিয়োজিত করা সম্পর্কে আমরা বহুদিন উদাসীন ছিলাম। কিন্তু একটু তলিয়ে দেখলে মনে হবে যে, এটা সম্পূর্ণ আমাদের দোষ নয়। কারণ এত কাল হাতের কাছেই আমরা পেয়েছি অজ্ঞপ্ত করলা, খনিজ তৈল, প্রাকৃতিক গ্যাস প্রভৃতি এবং এগুলির সাহায্যেই মানবসভ্যতার অগ্রগতি সম্ভব হয়েছে। বর্তমানে পরিসংখ্যান নিয়ে দেখা যাচ্ছে, ফসিল জ্বালানীকে আর ইচ্ছামত ব্যবহার করা যাবে না—এমন কি, এখন অনেকে মনে করেছেন যে, হয়তো ভবিষ্যতে একদিন সমস্ত ফসিল জ্বালানী নিঃশেষিত হয়ে যাবে।

1850 সাল পর্যন্ত জ্বালানী হিসাবে একমাত্র কাঠেরই ব্যবহার হয়েছে। 1910 সাল পর্যন্ত সমগ্র শক্তির শতকরা পঁচাত্তর ভাগ এসেছে করলা থেকে এবং 1960 সাল পর্যন্ত প্রাকৃতিক

গ্যাস ও তৈল সমগ্র ব্যবহৃত শক্তির প্রায় শতকরা 65 ভাগ দখল করেছে। ক্রমবর্ধমান নিউক্লিয়ার শক্তি-উৎপাদক যন্ত্রসমূহও আগামী কয়েক দশকের মধ্যেই আমাদের ভবিষ্যৎ ব্যবহার-যোগ্য শক্তির চাহিদা অনেকাংশে মেটাতে সক্ষম হবে। নিউক্লিয়ার শক্তি ব্যবহারের অন্ত্রবিধাও নেহাৎ কম নয়। এই শক্তি-উৎপাদক যন্ত্রসমূহ জনবহুল শহরাঞ্চলের পুষ্করিণী এবং নদীর জল দূষিত করে তুলছে (Thermal pollution)। তাই নিউক্লিয়ার শক্তি উৎপাদনকারী যন্ত্রসমূহের কক্ষ-গুলিকে ঠাণ্ডা রাখবার প্রয়োজন হচ্ছে এবং তার জুড়ে প্রচুর অর্থব্যয়ও হচ্ছে। প্রয়োজনীয় ঠাণ্ডা কক্ষগুলি এবং আবহবৃত্তিক যন্ত্রপাতির জুড়ে আমেরিকার কোনও কোনও কোম্পানীর দুই হাজার কোটিরও বেশী টাকা খরচ হয়েছে। তার উপর একটি নিউক্লিয়ার শক্তি-উৎপাদক যন্ত্র বসাতে গেলে প্রাথমিক খরচই পড়ে বহু কোটি টাকা। তাই বিজ্ঞানীরা এখন সৌরশক্তির দিকে দৃষ্টি দিয়েছেন এবং মনে করেছেন যে, সৌরশক্তিই হবে ভবিষ্যতে মানবকল্যাণকর কাজের অধিক উপযোগী।

সৌরশক্তি ব্যবহারের অন্ত্রবিধা

পৃথিবীতে সৌরশক্তিকে ব্যাপকভাবে কাজে

*রসায়ন বিভাগ, কৃষ্ণনগর সরকারী কলেজ ; কৃষ্ণনগর, নদীয়া।

লাগাতে প্রারম্ভিক খরচও হবে অনেক। টাকার অঙ্কটা কল্পনা করাও কঠিন। সূর্যকিরণের সবটাই আবার আবার সদ্যব্যবহার করতে পারবো না। মেঘ, ধূলাবালি, বায়ুমণ্ডলের বিভিন্ন স্তর ইত্যাদি সূর্যকিরণের স্বতঃস্ফূর্ত গতিকে ব্যাহত করবে। সৌরশক্তি উৎপাদক যন্ত্রের উপর কিছুটা বাতাসের প্রভাব বিস্তার করবে এবং স্থল যখন দিক্চক্র-বালের (Horizon) কাছে থাকবে, তখন মাত্র আংশিক সূর্যকিরণ সংগ্রহ করা যাবে। যাহোক, কিছু সময়ের জন্তে এসব অসুবিধাগুলি থাকলেও নিশ্চয় তা অনন্ত কাল ধরে থাকবে না। শক্তি উৎপাদনের জন্তে সৌরশক্তিই হবে ভবিষ্যতে প্রধান উৎস।

সৌরশক্তি ব্যবহারের সংক্ষিপ্ত ইতিহাস

সূর্যরশ্মি থেকে শক্তির উৎপাদন মোটেই নতুন প্রকল্প নয়। ১৯০১ খৃষ্টাব্দে ক্যালিফোর্নিয়ার পাসাডেনার সূর্যশক্তির সাহায্যে $4\frac{1}{2}$ অশ্বশক্তি-সম্পন্ন একটি ধীম ইঞ্জিন তৈরি করা হয়। এর কয়েক বছর পরেই সেন্ট লুই এবং নিডল্‌সে সৌরশক্তির সাহায্যে ২০ অশ্বশক্তিসম্পন্ন এবং কাররোর নিকট ৫০ অশ্বশক্তিসম্পন্ন ইঞ্জিন প্রস্তুত করা হয়। আজকাল মহাশূন্যে ভ্রমণের উদ্দেশ্যে সৌরশক্তির উপর বর্ণেষ্ঠ গুরুত্ব আরোপ করা হচ্ছে। সৌরশক্তির ভবিষ্যৎ ব্যবহারের মোটামুটি উদ্দেশ্য তিনটি। (এক)—কেবলমাত্র সৌর শক্তি সম্বন্ধে গবেষণা; যেমন—ক্রায়ে ১০০০ কিলোওয়াট শক্তিসম্পন্ন যে বিরাট চুল্লীটি নির্মিত হয়েছে, সেখানে শুষ্ক উচ্চতাপ সম্বন্ধীয় গবেষণা হবে। (দুই)—বিবিধ কাজের জন্তে শক্তি উৎপন্ন করা, প্রধানতঃ দেশ গঠনের জন্তে। এই উদ্দেশ্য সাধনের জন্তে বিভিন্ন দেশে সৌর-শক্তিচালিত পাতনযন্ত্রসমূহ এবং উচ্চ শক্তিসম্পন্ন ইঞ্জিন ও সৌরভাটিক কোর প্রভৃতি তৈরি করা হবে। (তিন)—অন্যদের দেশগুলিতে সমৃদ্ধ থেকে

তাসমান ১০০ মেগাওয়াট শক্তিসম্পন্ন যন্ত্রের সাহায্যে বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপন্ন করা হবে।

কৃত্রিম উপগ্রহের সাহায্যে সৌরশক্তি সংগ্রহ

কৃত্রিম উপগ্রহের সাহায্যে সৌরশক্তি সংগ্রহের পরিকল্পনার সময় কয়েকটি প্রয়োজনীয় কথা মনে রাখা দরকার। (১) নির্দিষ্ট কক্ষবিশিষ্ট কৃত্রিম উপগ্রহটির সৌরশক্তি গ্রহণের স্থানটিকে সূর্যের দিকে রাখতে হবে এবং সেখান থেকে বিকিরিত সূর্যকিরণ কোনও এক স্থানে সংগ্রহ করা হবে। (২) সৌরশক্তি রূপান্তরকারী যন্ত্রটিকে সর্বাধিক ক্ষমতাপ্রযুক্ত করা হবে। (৩) রূপান্তরিত সৌরশক্তি কয়েকটি প্রেরক যন্ত্রের সাহায্যে পৃথিবীর কোনও এক স্থানে সংগ্রহ করা হবে। এই স্থানে যেন খুব কম পরিমাণ বায়ুমণ্ডলের শোষণ হয় এবং এখান থেকে যাতে সামান্য রশ্মি বিক্ষিপ্ত হতে পারে—সেদিকে নজর দেওয়া দরকার। (৪) পৃথিবীর সৌরশক্তি সংগ্রহের স্থানটি যেন প্রয়োজনীয় পরিমাণ শক্তি গ্রহণ করে তা বিভিন্ন শক্তি বিতরণ করবার স্থানগুলিতে প্রেরণ করতে পারে।

উপগ্রহের কক্ষপথ

সৌরশক্তি সংগ্রহের জন্তে দুটি কৃত্রিম উপগ্রহ নির্মাণ করা হবে এবং তাদের মধ্যে একটি উপগ্রহ সর্বক্ষণ সূর্যালোকিত অবস্থায় থাকবে। প্রায় ৩৫,৭০০ কিলোমিটার উঁচু একটি কক্ষে বিষুব-রেখার সমান্তরাল অবস্থায় পূর্বদিক থেকে পশ্চিমে একটি উপগ্রহ ভ্রমণ করবে। এই উপগ্রহটি প্রতি-দিন একবার পৃথিবীর আলোকবহীন স্থানের ভিতর দিয়ে যাতায়াত করবে এবং যখন একটি উপগ্রহ সূর্যালোকিত থাকবে, তখন অল্পটি হবে অন্ধকারময়। অবশ্য উপগ্রহগুলির এই অবস্থানের জন্তে তাদের মধ্যে 21° ডিগ্রীর তির্য তির্য কলা স্থিতির প্রয়োজন এবং তাদের দৃবহও

13,200 কিলোমিটার হওয়া দরকার। এভাবে পৃথিবীর যে কোনও স্থান থেকেই উপগ্রহ দুটিকে দৃষ্টিগোচর করা সম্ভব হবে।

শক্তির রূপান্তর কৌশল

সিলিকন ফটো-সেলের সাহায্যে সম্ভবতঃ প্রথম থেকেই সৌরশক্তিকে বিদ্যুৎ-শক্তিতে রূপান্তরের চেষ্টা চলবে। বর্তমানে গবেষণা করে দেখা যাচ্ছে যে, বহু জৈব পদার্থের অর্ধ-পরিবাহী ক্ষমতা এবং ফটো-ভোল্টেজ ক্রিয়া রয়েছে। পলিমার ফিল্ম অথবা অ্যারোমেটিক রঞ্জক প্রভৃতির সাহায্যেও ফটো-ভোল্টেজ ক্রিয়া ঘটানো যেতে পারে। পরীক্ষা করে দেখা গেছে যে, অজৈব অর্ধ-পরিবাহী, যেমন—গ্যালিয়াম আর্সেনাইড, সিলিকন ইত্যাদি অপেক্ষা জৈব অর্ধ-পরিবাহীগুলি অধিকতর উপযোগী এবং জৈব অর্ধ-পরিবাহীগুলির সাহায্যে অল্পীভাগ পর্যন্ত শক্তির রূপান্তর করা যেতে পারে। সূর্যকিরণ এবং মহাজাগতিক রশ্মির শোষণক্ষমতা সংস্পর্শে এসে যাতে জৈব অর্ধ-পরিবাহীগুলি নষ্ট হয়ে না যায়, তার জন্তে উন্নত ধরনের প্রাথমিক জাতীয় দ্রব্যাদি আবিস্কারের চেষ্টা চলছে পুরাতনকালে।

শক্তি উৎপাদন এবং বিতরণ

উচ্চ শক্তিসম্পন্ন অ্যামর্ফিকারার সাহায্যে ক্ষুদ্র তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের 2.5×10^7 কিলোওয়াট রশ্মি পৃথিবীতে আনা হবে। এক বর্গসেমিটারে শক্তি ঘনত্ব এক ওয়াটেরও কম হবে। যখন ক্ষুদ্র তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের রশ্মি উচ্চ বায়ুমণ্ডলের ভিতর দিয়ে যাবে

(এক সেমিটারে 100 ভোল্টেরও কিছু কম), তখন সম্ভবতঃ ভোল্টের ক্রমোন্নতি লক্ষ্য করা যাবে। এই সময় বায়ুমণ্ডল আয়নিত হওয়াও বিচিত্র নয়। শক্তি উৎপাদন এবং বিভিন্ন স্থান তদারকি করার জন্তে বিভিন্ন উপগ্রহে অবশ্য মাল্টিমিটারে কাজ করতে হবে।

পৃথিবীর সৌরশক্তি গ্রহণের কেন্দ্র

পৃথিবীর তিন কিলোমিটার ব্যাসবিশিষ্ট কোনও এক স্থানে 2×10^7 কিলোওয়াট শক্তি সংগ্রহের জন্তে কেবল মাত্র ক্ষুদ্র তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের রশ্মিগুলিকে নেওয়া হবে। উচ্চ শক্তিসম্পন্ন একটি ডাইশেল ক্ষেত্রে কঠিন বিশোধকের সাহায্যে এই শক্তিকে শোষণ করা হবে। এই শোষিত শক্তি জৈব অর্ধ-পরিবাহীর সাহায্যে বিভিন্ন কেন্দ্রে বিতরণ করা হবে। এই সংগৃহীত রশ্মি যাতে জীবিত পদার্থের কোষের কোন ক্ষতি সাধন করতে না পারে, তার জন্তে যথোপযুক্ত ব্যবস্থা নিলে অবলম্বন করা হবে।

সৌরশক্তি উৎপাদন আপাতদৃষ্টিতে অত্যন্ত ব্যয়বহুল এবং কষ্টসাধ্য ব্যাপার বলে মনে হলেও অদূর ভবিষ্যতে তা বিজ্ঞানকে নতুন যুগের সন্ধান দেবে। নিউক্লিয়ার শক্তি-উৎপাদক যন্ত্র অপেক্ষা অনেক সহজে আমরা সৌরশক্তিকে ইচ্ছামত ব্যবহার করতে পারবো এবং ভবিষ্যতে সৌর-শক্তির সাহায্যে সাধিত হবে মানুষের বহু কল্যাণ-মূলক কাজ।

প্রাচীন দাক্ষিণাত্যের মন্দির-নগরীর পরিকল্পনা

শ্রীঅবনীকুমার দে*

গুপ্ত সাম্রাজ্যের পতনের পর দক্ষিণ ভারতে ষষ্ঠ শতাব্দীতে পল্লব রাজবংশের প্রতিষ্ঠা হয়। এই সময়ে কর্ণাটক প্রদেশে পল্লব রাজাদের প্রতিদ্বন্দ্বী চালুক্য রাজবংশেরও প্রতিষ্ঠা হয়েছিল। অষ্টম শতাব্দীর প্রথম দিকে কনৌজে গুর্জর প্রতিহারদের, পূর্ব ভারতে পাল রাজবংশের ও দক্ষিণ ভারতে রাষ্ট্রকূটদের উত্থান হয়। দশম শতাব্দীর শেষের দিকে পল্লব রাজাদের ও দক্ষিণে রাষ্ট্রকূটদের প্রস্থান ঘটে। তারপর আবার পর-বর্তী চালুক্য বংশ শক্তি কিয়ে পান ও কিছুকাল রাজত্ব করতে থাকেন। পল্লব রাজারা দুর্বল হয়ে পড়লে দ্রাবিড় দেশ বা তামিল ভূমিতে চোল রাজবংশ পল্লব রাজাদের স্থান নেন। উত্তরে গুর্জর প্রতিহারদের পতন ও রাজপুতদের উত্থান হয়।

নগর পরিকল্পনার বিষয়ে এই সময় বিশেষ উল্লেখযোগ্য নয়। তবে এই সময়ে মন্দির-নগরীর পরিকল্পনার রীতি যথেষ্ট উন্নতি লাভ করেছিল। স্থানীয় নেতারা ও জায়গীরভোগী রাজারা এই সময়ে নিজেদের জন্তে অনেক দুর্গ-নগরী তৈরি করিয়েছিলেন।

প্রাচীনকাল থেকেই ভারতবর্ষে প্রধানতঃ মন্দিরের চারধারে নগর ও শহর গড়ে উঠেছিল। যেখানেই প্রসিদ্ধ মন্দির আছে, সেখানেই জন-সাধারণ আকৃষ্ট হয়। কলে, সেখানে ব্যবসা-বাণিজ্য প্রসার লাভ করে, সভ্যতার প্রসার হয় এবং ক্রমে শহর গড়ে ওঠে। এই মন্দিরগুলি স্থলর প্রাকৃতিক পরিবেশের মধ্যে অবস্থিত হতো। মন্দিরের এমন অবস্থান নির্বাচন করা হতো, যাতে হুড়ের সময় সহজেই মন্দির-নগরীর আশ্রয়কার

ব্যবস্থা করা যায়। মন্দির থাকলেই তার পবিত্রতা রক্ষা করার জন্তে চারদিক পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন রাখতে হয়, উত্তম পানীয় জল সরবরাহের ব্যবস্থা করতে হয়, মন্দিরের প্রয়োজনের জন্তে দুধ সর-বরাহের ব্যবস্থা করতে হয় এবং দেবতার পূজার ফুলের জন্তে ফুলের বাগানেরও প্রয়োজন হয়। সে জন্তে মন্দিরসংলগ্ন জায়গায় এইগুলির ব্যবস্থা রাখা হতো। মন্দির-নগরীতে মন্দিরের চারধারে চারটি রাস্তা থাকতো। এই রাস্তাগুলির ধারে মন্দিরের পুরোহিতদের ও মন্দিরের অন্যান্য কর্ম-চারীদের বাসস্থান নির্দিষ্ট হতো। এই রাস্তাগুলি ধর্মীয় শোভাযাত্রার জন্তেও ব্যবহৃত হতো। মন্দিরকে কেন্দ্রস্থলে রেখে ও সেখান থেকে সূক্ষ্ম করে মন্দিরের চারধারে মন্দির-নগরী গড়ে উঠতো এবং ক্রমে ক্রমে ভিতর থেকে বাইরের দিকে নগর প্রসারিত হতো।

রাজপ্রাসাদের চারদিকের রাস্তার ধারে মন্ত্রীরা, রাজার উপদেষ্টাগণ, প্রাসাদ-রক্ষীরা, ধনী ব্যবসায়ী ও ব্রাহ্মণেরা বাস করতেন। প্রাসাদ ও এই রাস্তাগুলির মাঝে থাকতো রাজার স্নানাগার, সরোবর, মাটি ও পাথর দিয়ে তৈরি কৃত্রিম চিবি, ফুল ও ফলের বাগান ইত্যাদি। কলে এই সব খোলা জায়গা রাজপ্রাসাদকে নিকটবর্তী বাসস্থান থেকে আলাদা করে রাখতো।

দক্ষিণ ভারতের রাজারা এখানকার যে সব অসংখ্য মন্দির তৈরি করিয়েছিলেন, সেই সব দেবস্থানগুলির অবস্থান নির্বাচনে তাঁদের অসীম সৌন্দর্যবোধের পরিচয় পাওয়া যায়। পবিত্র

*নগর ও আঞ্চলিক পরিকল্পনা বিভাগ, বেঙ্গল ইঞ্জিনিয়ারিং কলেজ, শিবপুর।

নদীর ধারে, মনোরম উপত্যকার মাঝখানে, পাহাড়ের চূড়ার অথবা জনবহুল তীর্থস্থানের কেন্দ্রস্থলে মন্দিরের অবস্থান নির্দিষ্ট করা হতো। সাধারণতঃ পুরোহিতেরা এই সব মন্দির পরিচালনা করতেন। আবার কোন কোন জায়গায় গ্রাম-বাসীদের নির্বাচিত অথবা তাদের বা রাজার দ্বারা নিযুক্ত লোকেরা মন্দির পরিচালনা করতেন। মন্দিরগুলি যে কেবলমাত্র ধর্মীয় অহুপ্রেরণার উৎস ছিল, তা নয়। তাহাড়াও এদের সামাজিক ও অর্থনৈতিক সত্তা ছিল খুবই শক্তিশালী।

বিদেশী পর্ষটকদের এবং গ্রীস, চীন, পারস্য, পভুগাল, স্পেন ইত্যাদি দেশের ধর্মপ্রচারকদের বিবরণ ও আমাদের দেশের প্রাচীন ঐতিহাসিক ও কবিদের সাহিত্য থেকে এই দেশের ঐতিহাসিক নগরগুলির যে সব প্রাকৃতিক ও অজ্ঞাত বিবরণ পাওয়া যায়, তা থেকে প্রমাণিত হয় যে, এই সব নগর প্রাচীন শিল্পশাস্ত্র-বর্ণিত নগর পরিকল্পনার নিয়মাবলী অহুযায়ী পরিকল্পিত ও নির্মিত হয়েছিল।

সর্বতোত্তম পদ্ধতি অহুসারে পরিকল্পিত ও নির্মিত মাদুরা, তাজোর ও কাকীপুরম্ নগরের প্রাচীন কেন্দ্রস্থলগুলির প্রথম নগর-বিজ্ঞাসের নিদর্শন আজও আছে। তিরুপতি পাহাড়ের উপর তিরুমালি মন্দির-নগরী ও শ্রীশৈলম পাহাড়ের উপর শ্রীশৈলম মন্দির-নগরীর বান্ধ-শাস্ত্র বর্ণিত দেবনগর পদ্ধতি অহুযায়ী নির্মিত নগর-বিজ্ঞাস এখনও সুরক্ষিত আছে। নন্দ্যাবর্ত রীতি অহুযায়ী পরিকল্পিত ও নির্মিত শ্রীরজম মন্দির নগরীরও প্রথম নগর-বিজ্ঞাস এখনও সুরক্ষিত আছে।

মন্দির-নগরী ছাড়া দুর্গ ও সাধারণ নগর নির্মাণও শাস্ত্রাহুযায়ী করা হতো। রাজধানের জয়পুর শহর 'প্রস্তর' পদ্ধতি অহুযায়ী পরিকল্পিত ও নির্মিত হয়েছে। দক্ষিণ ভারত ও রাজধানের হিন্দু রাজাদের নির্মিত বেশীর ভাগ দুর্গই শাস্ত্র-

বর্ণিত রীতি অহুসারে নির্মিত হয়েছিল এবং এগুলি দুর্গ-স্থাপত্যের উৎকৃষ্ট নিদর্শন হিসাবে গণ্য হয়ে থাকে। এমন কি, এখন পর্যন্তও দক্ষিণ ভারত ও গুজরাটের কোন কোন অংশে হিন্দুরা মন্দির নির্মাণকালে শিল্পশাস্ত্র বর্ণিত নিয়মাবলী অহুসরণ করে থাকেন।

প্রাচীন দাক্ষিণাত্যে গৃহ-বিজ্ঞাস ও গৃহ-নির্মাণ রীতি

প্রাচীন দাক্ষিণাত্যের নগরগুলিতে ধনীদের বাসগৃহ, দরিদ্র লোকদের কুটীর ও জনসাধারণের জন্মে নির্দিষ্ট দোখাদি শাস্ত্রমতে পরিকল্পিত ও নির্মিত হতো।

ব্রাহ্মণদের গৃহ এরকম ভাবে পরিকল্পিত হতো, যাতে ব্রাহ্মণেরা সেখানে বেদপাঠ ও দৈনিক ধর্মীয় আচার-অহুষ্ঠানাদি সুসম্পন্ন করতে পারেন এবং শিষ্যেরাও অধ্যয়ন করতে পারেন। গরু রাখবার জন্মে বাড়ী থেকে আলাদা জায়গায় নীচু ছাদের গোয়ালঘর থাকতো। হোমের আগুনের ধোঁয়া বের হয়ে বাবার জন্মে ঘরে বসেই জানালার বন্দোবস্ত রাখা হতো।

অপেক্ষাকৃত ধনী লোকদের বাসগৃহের ছাদ সমতল ছিল। এই ছাদে গৃহের মহিলারা বেড়াতেন ও উৎকৃষ্ট বায়ু সেবন করতেন। গৃহের দেয়াল বসেই উচু করা হতো। দেয়ালের উপর চূনের প্রাস্তার করা থাকতো। আলো, বাতাস আসবার জন্মে বাড়ীর ঘরগুলিতে বসেই সংখ্যক জানালা রাখা হতো। এই জানালাগুলিতে জাকরীর কাজ করা থাকতো। রান্নাঘর বেশ প্রশস্ত হতো। বাড়ীতে প্রশস্ত উঠানও রাখা হতো।

কৃষকদের কুটীরগুলির সামনে খোলা জায়গা ছেড়ে রাখা হতো। এখানে বাড়ীর ছেলেমেয়েরা খেলা করতো। কুটীরের পাশে অবস্থিত নীচু ছাদের গোয়ালঘরে গরু রাখা হতো। কুটীর

সংলগ্ন জায়গায় ধানের মরাই এবং অস্ত্রাস্ত্র শস্ত ও ডাল ইত্যাদি রাখবার জন্তে উঁচু আধার থাকতো। উপর থেকে এই আধারগুলির মধ্যে শস্তাদি ঢালা হতো। এগুলি বখেই উঁচু ছিল বলে এর উপরে ওঠবার জন্তে মই ব্যবহার করা হতো।

মেঘপালকদের কুটিরের প্রবেশদ্বার ছোট হতো। কুটিরের ছাদের কাঠামো হিসাবে বাঁশ ব্যবহার করা হতো। এই কাঠামোর খুঁটিগুলি হতো নীচু। কুটিরে খোলা উঠান থাকতো। কুটিরের মধ্যস্থলে খোলা ও ঘেরা জায়গায় ছাগল, ভেড়া ইত্যাদি গৃহপালিত পশু ছেড়ে রাখা হতো। মেঘপালকদের বসবাস করবার অঞ্চলের কুটিরগুলির চারদিকে ছোটখাটো বনের মত জায়গা রাখা হতো। এখানকার ছোট ছোট গাছপালা থেকে মেঘপালকদের ছাগল, মেঘ ইত্যাদির খাবার যোগানো হতো। বনের ধারে থাকতো তালপাতার ছাওয়া ব্যাধদের কুটির। কুটিরের পিছনে থাকতো উঠান। পাতকুয়া থেকে পানীর জল নেওয়া হতো।

ধীবরদের কুটিরের ছাদও নীচু হতো। ছাদের কাঠামো হিসাবে বনের কাঠ ও বাঁশ ব্যবহার করা হতো। ছাদের উপর থাকতো ঘাসের ছাউনি। কুটিরে উঠান থাকতো। ধীবরদের কুটিরগুলির কাছেই থাকতো গভীর পুকুরিগী। ধীবরদের ছেলেরা এখানে মাছ ধরতো।

নগরের বাইরে থাকতো অপেক্ষাকৃত দরিদ্র লোকদের কুটির। সেখানেও উঠান থাকতো। কুটিরের ছাদ ঘাসের ছাওয়া হতো। জায়গায় জায়গায় পাতকুয়া থাকতো, সেখান থেকে সকলে পানীর জল নিত।

শাস্ত্রবর্ণিত মতে গৃহের বিভিন্ন কক্ষের স্থান নির্দিষ্ট ছিল; যেমন—শয়ন ও বাসকক্ষগুলি দক্ষিণ দিকে, পাঠকক্ষ দক্ষিণ-পশ্চিমে, আহার-কক্ষ পশ্চিম দিকে, রান্নাঘর দক্ষিণ-পূর্বে, স্নানঘর

পূর্ব দিকে, পূজার ঘর উত্তর-পূর্ব দিকে, গোয়াল ঘর উত্তর-পশ্চিম দিকে এবং ধান ও অস্ত্রাস্ত্র শস্তাদি রাখবার আধার রাখা হতো উত্তর দিকে।

বাসগৃহ তৈরির জন্তে পূর্ব দিকের এবং ক্রমশঃ ঢালু জমি সবচেয়ে ভাল বলে মনে করা হতো, বাতে বাড়ীর সব জায়গায় ভালভাবে সূর্যের আলো প্রবেশ করতে পারে। কোন জায়গা বাড়ী তৈরি করবার পক্ষে উপযুক্ত কিনা, তা দেখবার জন্তে প্রথমে ঐ জায়গার মাটি খুঁড়ে ভূমি পরীক্ষা করা হতো। লবণাক্ত মাটি, নীচু জমি, জলমগ্ন হয়ে যায় এরকম জায়গা, আগে খনন ছিল এরকম জায়গা, গবাদি পশু রাখা হয়, এরকম জায়গা গৃহ-নির্মাণের পক্ষে অসুপযুক্ত বিবেচিত হতো। মাটিতে তেল, রক্ত, মাছ বা মৃতদেহের গন্ধ ইত্যাদি থাকলেও ঐ জমি বাড়ী তৈরি করবার পক্ষে উপযুক্ত বলে গণ্য হতো না।

গৃহের প্রবেশদ্বার অপেক্ষা গৃহের অস্ত্রাস্ত্র অংশ ও ভিতরের ঘরগুলি আরও উঁচুতে রাখা হতো। গৃহের সামনের দৈর্ঘ্য প্রস্থ অপেক্ষা বেশী রাখা হতো।

গৃহের মধ্যে ময়লা জল জমতে দেওয়া হতো না। পাশাপাশি বাড়ী থেকে ময়লা জল রাস্তার ধারের প্রধান নালার গিয়ে পড়তো এবং নিকাশিত হতো। এই থেকে দেখা যায় যে, তখন স্বাস্থ্য সঞ্চয়ী নিয়মাবলীও বিশেষভাবে পালন করা হতো।

স্বাস্থ্যরক্ষার জন্তে বাসগৃহে প্রচুর উন্মুক্ত স্থান ছেড়ে রাখা হতো। বাসগৃহের প্রবেশদ্বারের সামনে খোলা জায়গা থাকতো। গৃহের মধ্যস্থলের উন্মুক্ত স্থানে তুলসীকক্ষ থাকতো। বাসনপত্র ধোত করবার জন্তে রান্নাঘর-সংলগ্ন খোলা জায়গা থাকতো। এই সব ছোট ছোট খোলা জায়গায় ছোট ছোট গাছ পোতা হতো।

গ্রাম ও নগরে জায়গায় জায়গায় বখেই খোলা জায়গা ছেড়ে রাখা হতো। গ্রামের

কেবলমাত্র বটগাছ ও তার নীচে বেদী থাকতো। গ্রামবাসীরা এখানে বসে গল্প করতো। সরকার বা ধনী লোকেরা নগরে সরাইখানা বা 'চোলট্টী' তৈরি করিয়ে দিতেন। এর চারপাশে বখেটে খোলা জায়গা থাকতো। এই খোলা জায়গায় ফলের গাছ, বিশেষ করে কাঁঠাল গাছ পোঁতা হতো। পথিকেরা ইচ্ছামত এই সব গাছের কল খেতো। দেবস্থানগুলির চারপাশেও খোলা জায়গা ছেড়ে রাখা হতো। এইখানে সাধারণতঃ নিম গাছ পোঁতা হতো। নিমগাছের পাতা ওষুধ হিসাবে ব্যবহৃত হতো এবং এই গাছের বিত্তজ বাতাসে পুজার্থীরা বিশেষ উপকৃত হতেন।

মন্দির-বিজ্ঞান রীতি

শিল্প শাস্ত্রানুযায়ী মন্দিরে সর্বাধিক পাঁচটি চত্বর থাকবে, কিন্তু রাজপ্রাসাদের ক্ষেত্রে সাতটি পর্যন্তও চত্বর থাকতে পারে। কেবলমাত্র অবস্থিত মন্দিরের অংশের আয়তনের পরিমাপ হবে এক একক। প্রথম চত্বরের নাম অন্তর্-মণ্ডল এবং এর আকার নয় এককের সমান হবে। দ্বিতীয় চত্বরকে বলা হয় অন্তর্হর এবং এটি আকারে 49 এককের সমান। তৃতীয় চত্বরের নাম মধ্য-হর এবং আকারে এটি 169 এককের সমান। চতুর্থ চত্বরের নাম প্রকার এবং এটি আয়তনে 441 এককের সমান। পঞ্চম ও সর্বশেষ চত্বর হলো মহা-মর্ধাদা। এটি আকারে 961 এককের সমান। তগবান বিষ্ণু ও শিবের মন্দিরের ক্ষেত্রে এই এককগুলি পরি-মাপ কি হবে, তা শাস্ত্রেনিষিদ্ধ আছে। এই দুই দেবতার মন্দিরের প্রথম চত্বর প্রধান বিগ্রহ ও তাঁর আটজন সহগামী দেব-দেবীর মূর্তি থাকবে। প্রধান মন্দিরের সামনে কৃত ও গণদের উদ্দেশ্যে বলি-পীঠ থাকবে। দ্বিতীয় চত্বরে নিম-তর পদের আরও 16টি দেব-দেবীর মন্দির থাকবে। তৃতীয় চত্বরে প্রধান বিগ্রহের দুই

সম্পর্কীয় আরও 32টি দেব-দেবীর মন্দির থাকবে। এগুলি ছাড়াও দ্বারপাল, দিকপতি ও কুবেররাজ থাকবেন। চতুর্থ ও পঞ্চম চত্বরে মন্দিরের পরিচালনার জন্তে নিযুক্ত কর্মীদের বাসস্থান, শুদামঘর, গোয়ালঘর, পুষ্করিণী ইত্যাদি থাকবে।

হিন্দু মন্দিরের বিভিন্ন অংশ মোটামুটি এই রকমের। বিগ্রহ যেখানে অধিষ্ঠিত থাকেন, সেই গৃহটিকে সমগ্রভাবে বিমান বলা হয়। বিমানের মধ্যস্থলে ছোট অঙ্ককার বিগ্রহের কক্ষ বা গর্ভ-গৃহে বিগ্রহ অধিষ্ঠিত থাকেন। গর্ভগৃহের প্রবেশ দ্বার সাধারণতঃ পূর্বদিকে থাকে। এই দ্বারের সামনে থাকে পুজার্থীদের জন্তে থামবিশিষ্ট মণ্ডপ। গর্ভগৃহ ও মণ্ডপের মধ্যে থাকে অন্তরাল বা মধ্যবর্তী কক্ষ ও পরে অর্ধমণ্ডপ। মধ্যবর্তী মণ্ডপের দুই পাশে থাকে মহা-মণ্ডপ। পরবর্তীকালের মন্দিরগুলিতে গর্ভ-গৃহের চারপাশে ঢাকা প্রদক্ষিণ পথ থাকে। এক বা ততোধিক এই সকল হলঘর বা মণ্ডপে ধর্মীয় নৃত্যগীতেরও অনুষ্ঠান হয়।

মন্দিরের উঁচু শিখর বহু দূর থেকে দেখা যায় বলে সকলেই অনায়াসে দেবমন্দিরের অবস্থান বুঝতে পারেন। মন্দিরের চারপাশের গ্রামের নীচু ও সমতল ছাদের বাড়ীগুলির ও মন্দিরের খাড়া উঁচু শিখরের প্রবল বৈষম্য দেখতে খুবই স্পষ্ট লাগে।

পরবর্তী কালে নিম্নিত জ্রাবিড় মন্দিরগুলিতে অসংখ্য স্তম্ভবিশিষ্ট হলঘর, সরোবর, বহু প্রশস্ত চত্বর ইত্যাদি বিগ্রহের কক্ষ ঘিরে বিস্তৃত আছে। দুইটি চত্বরের মধ্যে স্তুটুচ গোপুরম আছে। গোপুরমের উদ্দেশ্যে মন্দিরের শক্তি ও ঐশ্বর্য প্রদর্শন করা এবং এগুলি মন্দিরের দিকে অগ্রসর-মান পুজার্থীদের অহুভূতি ও আবেগের উপর ক্রমশঃই বেশী প্রভাব বিস্তার করে। পরবর্তী কালের মন্দিরগুলির সৌন্দর্য ও ভাব্য পূর্ববর্তী কালের মন্দিরগুলির তুলনায় অত উন্নত নয়।

দক্ষিণ ভারতের মন্দির-নগরী

দক্ষিণ ভারতের মন্দির-নগরীগুলি দুটি বিশেষ ও বিভিন্ন প্রকার ধারা অঙ্কবায়ী পরিকল্পিত ও নির্মিত হয়েছিল। প্রথম প্রকারের নগরীগুলি মন্দিরের চারদিকে বা বিশেষ একটি দিকে ক্রমে ক্রমে সম্প্রসারিত হতো, কিন্তু নগরীতে মন্দিরের প্রাধান্য বজায় থাকতো। পল্লব রাজাদের কাল্পী

ও মহাবল্লীপুরম এই প্রকারের। রাধেশ্বরম নগর ও বিজয় নগরও (হাম্পি) এই শ্রেণীর। অপর ক্ষেত্রে মন্দিরকে কেন্দ্রস্থলে রেখে তার চারদিকে সমকেন্দ্রীক আয়তাকার বা বর্গাকারভাবে ক্রমে ক্রমে নগরী প্রসারিত হয়ে যেত। সম্প্রসারিত নগরীর প্রাচীন কেন্দ্র থাকতো মন্দিরই। মাদুরা, ত্রিপুরম ও দক্ষিণ ভারতের বেশীর ভাগ মন্দিরই এই শ্রেণীর।

বিজ্ঞান-সংবাদ

সোভিয়েট বিজ্ঞানীদের তৈলভূক জীবাণু আবিষ্কার

সোভিয়েট জীববিজ্ঞানীরা এক ধরনের জীবাণু আবিষ্কার করেছেন, যার বৃদ্ধির উৎস হলো তৈল ও তৈলজাত দ্রব্য। এর ফলে তৈলের দ্বারা জল দূষিত হবার বিরুদ্ধে লড়াই করবার কাজে জীবাণুগুলিকে ব্যবহার করা সম্ভব হবে। এই অনন্তসাধারণ তৈলভূক জীবাণুগুলি আবিষ্কৃত হয়েছে ফিনল্যান্ড উপসাগর, কৃষ্ণ সাগর ও ভারত মহাসাগরে কাজের সময়।

সমুদ্রে প্রাপ্ত ৩৭ জাতের ক্ষুদ্র জীব লেবরে-টরিতে বিজ্ঞানীরা পর্যবেক্ষণ করেছেন। তাতে দেখা গেছে, এই ক্ষুদ্র জীবগুলি বেঁচে আছে তৈল প্রভৃতি পথ্যের উপর নির্ভর করে। জীববিজ্ঞানীদের মতে, পৃথিবীর সমুদ্রের গভীরে অদ্রবণীয় তৈল-জাত দ্রব্য ক্রমে ক্রমে যে অদৃশ্য হয়ে যায়, এর দ্বারাই তার ব্যাখ্যা মেলে (সমুদ্রে প্রতি-বছর তৈল-শিল্পের করেক লক্ষ টন বিভিন্ন পদার্থ ও আবর্জনা ফেলা হয়)।

সমুদ্রগর্ভে বিপুল পরিমাণ সোনা

কেডারেল রিপাবলিক অব জার্জেনীর কিরেলের ইউনিভার্সিটি ফর জিওলজি অ্যান্ড প্যালিও-

টোলজির অধ্যাপক ইউগেন সিবোল্ড সমুদ্রগর্ভে সঞ্চিত বিপুল পরিমাণ সম্পদের ভবিষ্যৎ উপযোগিতা সম্পর্কে সম্প্রতি যে মন্তব্য করেছেন, তাতে তাঁর আশাবাদী দৃষ্টিভঙ্গীরই পরিচয় পাওয়া যায়। তিনি যে হিসাব দিয়েছেন তদনুযায়ী বিশ্বের সাগর-মহাসাগরগুলির তলায় লুকিয়ে আছে ১ হাজার কোটি টাকারও বেশী সোনা ও ৪০০ কোটি টনের বেশী ইউরেনিয়াম। তিনি অবশ্য একথাও বলেছেন যে, এখন পর্যন্ত যে সব পদ্ধতি জানা আছে, সেগুলির কোনটির সাহায্যেই লাভ-জনকভাবে উদ্ধারকার্য চালানো সম্ভব নয়। কেন না, ওই সব পদার্থ এক জারগার সঞ্চিত হয়ে নেই।

অধ্যাপক সিবোল্ড মনে করেন, মানুষ আজ আবিষ্কারের দ্বিতীয় যুগের মধ্য দিয়ে চলছে—যে যুগ এক সময় সমুদ্রগর্ভের এই বিপুল মহামূল্য সম্পদের আবিষ্কার উদ্দেশ্যে চলেছে। তার অন্তে চাই, সর্বোপরি ওই সম্পদ আহরণের উদ্দেশ্যে কম খরচের কোন পদ্ধতির উদ্ভাবন।

সাগরজলে ওই সব পদার্থের ঘনত্ব যেখানে বেশী সেখানে আধুনিক রাসায়নিক পদ্ধতির সাহায্যে এখনও পদার্থগুলি বেশ ভাল পরিমাণেই নিষ্কাশন করা যায়। অধ্যাপক সিবোল্ডের বিবৃতি

অনুযায়ী পৃথিবীর মোট উৎপাদিত খাজলবণের শতকরা 20 ভাগই আসে সমুদ্রজল থেকে, ব্রোমিন পাওয়া যায় শতকরা 70 ভাগ ও ম্যাগনেশিয়াম শতকরা 61 ভাগ। তাছাড়া সাবমেরিনের করলা, লোহা, গন্ধক এবং অক্সিজেন কাঁচামালের জন্মে প্রায় 100 জায়গায় খননকার্য চলছে। 1968 সাল পর্যন্ত পের্টোলিয়ামের শতকরা 16 ভাগ এসেছিল সমুদ্রতলে সঞ্চিত প্রাকৃতিক ভাণ্ডার থেকে এবং এখন যে পরিমাণ তৈল ক্রেতাদের সরবরাহ করা হয়, 1985 সালের মধ্যে সেই পরিমাণ তৈল সমুদ্রগর্ভ থেকেই আসবে।

কিয়ালের এই ভূতত্ত্ববিদের মতে, সামুদ্রিক পদার্থ ও তাঁদের উৎপত্তি সম্পর্কে আরও জ্ঞান লাভ করাই এখন বিজ্ঞানের অগ্রতম প্রধান কাজ হওয়া উচিত।

মহাকাশের শূন্য অভিকর্ষে অভিনব পদার্থ তৈরির পরিকল্পনা

ভবিষ্যতে হয়তো এমন দিন আসবে, যখন আমরা সংবাদপত্রে মহাকাশে তৈরী অতি উৎকৃষ্ট ধরনের চশমার কাচ বা অতিশয় শক্ত ও হালকা ধাতুর বিজ্ঞাপন দেখতে পাব। যদি মহাকাশে এই সকল উপকরণ নির্মাণের কারখানা চালু করা সম্ভব হয়, তবে সে দিন অনেকেই অ্যাপোলো 14-এর মহাকাশ-চারীদের স্মরণ করবেন।

চন্দ্রপৃষ্ঠ থেকে পৃথিবীতে প্রত্যাবর্তনের পথে সুবিধামত মহাকাশচারীরা শূন্য অভিকর্ষে এই বিষয়ে চারটি পরীক্ষা চালান।

শূন্য অভিকর্ষ এই পৃথিবীতে এককালে মাত্র কয়েক সেকেন্ডের বেশী সৃষ্টি করা যায় না।

পৃথিবীর কতিপয় তরল রাসায়নিক পদার্থ মিশ্রিত করলে ভারী পদার্থসমূহ পাতের তলার এসে জমা হয়। শূন্য অভিকর্ষে তা হয় না, সকল পদার্থ পাত্রে সমানভাবে ছড়িয়ে থাকে। সুতরাং বিভিন্ন ওজনের গলিত পদার্থ যখন সেখানে কঠিন রূপ ধারণ করে, তখন তার মধ্যে সকল পদার্থই সমভাবে বিস্তৃত থাকে। শূন্য অভিকর্ষে সোনার চেয়েও হালকা কিন্তু ইম্পাতের চেয়েও কঠিন মিশ্রধাতু উৎপাদন করা সম্ভব হবে।

অভিকর্ষের দরুণ পৃথিবীতে সম্পূর্ণ নিখুঁত আকৃতির বল বেয়ারিং বা লেজ তৈরি করা সম্ভব হয় না, শূন্য অভিকর্ষে তা সম্ভব হবে। পৃথিবীতে সেটি কিউজ নামক যন্ত্রে কেন্দ্রাতিগ বলের সাহায্যে বিভিন্ন ঘনত্বের উপাদানগুলিকে পৃথক করা হয়। এই যন্ত্রের চেয়েও দ্রুত এবং আরও অল্প খরচে মহাকাশে জীববিজ্ঞা সংক্রান্ত উপাদান-গুলিকে পৃথক করা যাবে। সুতরাং সেখানে টীকা এবং টীকার ব্যবহৃত রক্তের জলীয় অংশ বা সীরাম আদ্যও সুষ্ঠুভাবে উৎপাদন করা যাবে।

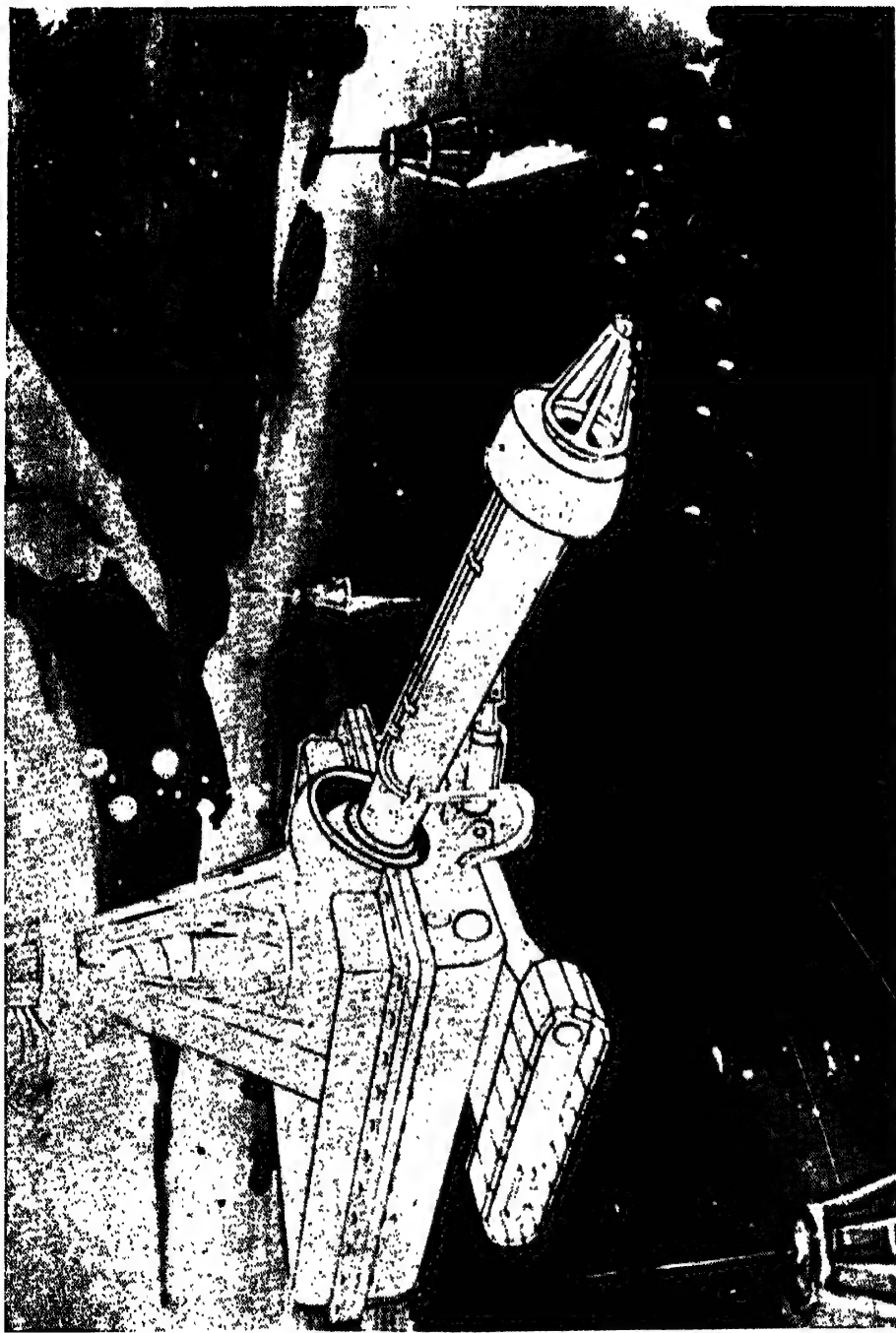
মহাকাশচারীদের চন্দ্র সফরের অতি মূল্যবান সময়ের শেষ দু'ঘণ্টা এই বিষয়ে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করে দেখবার সুবিধা হইছিল। তবে চন্দ্র সফরের শেষ পর্যায়ে মহাকাশচারীরা যেন পূর্ণ বিশ্রাম নেন—মহাকাশ দপ্তরের বহু পদস্থ কর্মচারীরাই এই অস্থিমত। কারণ চন্দ্রের কক্ষে ভ্রমণ, চন্দ্রপৃষ্ঠে অবতরণ, পদচারণা এবং তথ্যাদি সংগ্রহের জন্মে মহাকাশচারীদের অতিরিক্ত পরিশ্রম করতে হবে। তার পরে চন্দ্রের অভিকর্ষ ছাড়িয়ে পৃথিবীর আবহ-মণ্ডলে পুনরায় প্রবেশ করবার জন্মে তাঁদের প্রস্তুত থাকতে হয়। এজন্মেই তাঁদের সফরের শেষ পর্যায়ে বিশ্রাম নেওয়া প্রয়োজন।

কিশোর বিজ্ঞানীর
দপ্তর

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

এপ্রিল — 1971

চতুর্বিংশ বর্ষ — চতুর্থ সংখ্যা



সী-ড্রেজার

সমুদ্রের মধ্যে রয়েছে অক্লান্ত সম্পদ। এই সম্পদ আহরণের উদ্দেশ্যে কয়েকটি অগ্রসরমান দেশে বিভিন্ন রকমের যন্ত্রপাতি উদ্ভাবিত হয়েছে। সম্পত্তি ডুকেল ডকে (জার্মানির কেডারেল রিপাবলিক) এরকমের বিভিন্ন যন্ত্রপাতি প্রদর্শিত হয়েছে। উপরের ছবিটি সী-ড্রেজার নামক এরূপ একটি অভিনব যন্ত্রের। 5,000 মিটার জলের নীচে সমুদ্রের তলা থেকে ম্যাঙ্গানিজ সঞ্চয় আহরণের উদ্দেশ্যে এই অভিনব যান্ত্রিক কেসল উদ্ভাবিত হয়েছে।

কীট-পতঙ্গভুক উদ্ভিদ

তোমরা অনেকে মাডাগাস্কার দ্বীপের মানুষ-খেকো গাছের কথা হয়তো শুনে থাকবে। এই সম্পর্কে কৌতূহলের বশবর্তী হয়ে অনেকেই অনেক জায়গায় মানুষ-খেকো গাছ খুঁজে বেড়িয়েছেন। কিন্তু আজ পর্যন্ত পান নি কেউ মানুষ-খেকো গাছের সন্ধান। মানুষ-খেকো গাছের সন্ধান না পাওয়া গেলেও ছোট ছোট কীট-পতঙ্গভুক উদ্ভিদের সন্ধান পাওয়া গেছে প্রচুর।

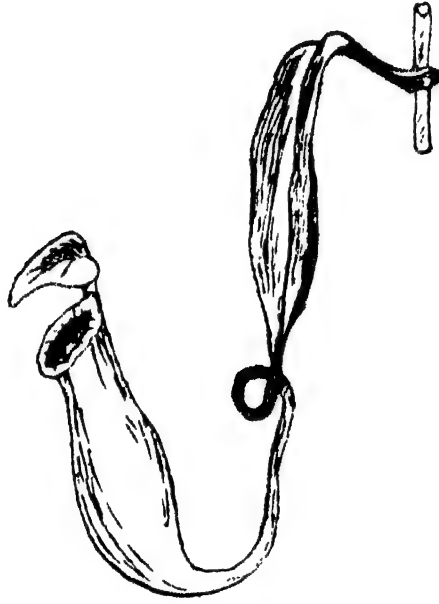
আজ পর্যন্ত বিভিন্ন প্রজাতির সাড়ে চার শতেরও বেশী কীট-পতঙ্গভুক উদ্ভিদের সন্ধান পাওয়া গেছে। এক ধরনের ছত্রাকও ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র কীটগণ উদরসাৎ করে থাকে। অল্পটুকু কোশলে এসব উদ্ভিদ কীট-পতঙ্গ শিকার করে থাকে। এই রকম ছ'চারটি উদ্ভিদ সম্পর্কেই তোমাদের কিছু বলছি।

প্রথমে কীট-পতঙ্গভুক ঘটপত্রী উদ্ভিদের কথাই বলি। ঘটপত্রী উদ্ভিদ নেপেনথেসি (Nepenthaceae) গোত্রের অন্তর্ভুক্ত। এটা একটি জঙ্গল গাছ। সিংহল, আশামের পার্বত্য অঞ্চলে, মাডাগাস্কারে, সুমাত্রা, সাভানার সঁাতসেতে জমিতে এরা প্রচুর সংখ্যায় জন্মায়। এদের পাতাগুলিই সবচেয়ে আকর্ষণীয়। পাতাগুলির ডগার দিকটা ঠিক যেন এক-একটি ঘটের মত। এই পাতার জন্তোই এর নাম হয়েছে ঘটপত্রী উদ্ভিদ। এই ঘটযুক্ত পাতাগুলিই কীট-পতঙ্গ ধরবার ফাঁদ। ঘটের মধ্যে এক প্রকার মিষ্ট রস থাকে। এই মিষ্ট রসের আকর্ষণে কীট-পতঙ্গ ভিতরে ঢুকে যায়। কিন্তু ঘটগুলির মুখের ভিতরের দিকে নিম্নাভিমুখী শোঁয়ার জন্তো তারা আর বেরিয়ে আসতে পারে না, সঙ্গে সঙ্গে একটা ঢাকনা ঘটের মুখ বন্ধ করে দেয়। ঘটের ভিতরের দিকটা অসংখ্য রোমযুক্ত ও আঠালো হওয়ায় কীট-পতঙ্গ ঘটের ভিতরে পড়ে গেলে আর বেরোতে পারে না। ঘটের মধ্যে এক প্রকার জারক রসের প্রভাবে কীট-পতঙ্গ ধীরে ধীরে হজম হয়ে যায়। অনেকের মতে, জারক-রস ছাড়াও এক প্রকার জীবাণুর দ্বারা আক্রান্ত হবার ফলে কীট-পতঙ্গের দেহ জীর্ণ হয়ে উদ্ভিদের পক্ষে গ্রহণযোগ্য তরল পদার্থে পরিণত হয়। পাতার মধ্যকার জারক রস বিশ্লেষণ করে বিভিন্ন প্রকার অ্যাসিড, যেমন—ম্যালিক, সাইট্রিক, ক্রমিক, অ্যাসিটিক এবং অগ্নাণু পদার্থ, যেমন—পটাসিয়াম, সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, ক্যালসিয়াম প্রভৃতি পাওয়া গেছে।

ঘটপত্রী উদ্ভিদের পাতার আকার, আয়তন ও রং বিভিন্ন প্রজাতির বিভিন্ন রকম হয়ে থাকে। কারোর ছোট ছোট পাতা, কারোর বা বেশ বড় বড় (প্রায় এক মিটার লম্বা)। কারো কারোর পাতার বোঁটা লম্বা হয়ে আকর্ষণে রূপান্তরিত হয় অথবা কোন আশ্রয়কে জড়িয়ে

ধরবার জন্তে। আবার কারোর বা বোঁটা ছোট ও শক্ত হয় ঘটাকৃতি পাতাকে খাড়া রাখবার জন্তে।

রাজা (Rajah) নামে একটি ঘটপত্রী উদ্ভিদের পাতা প্রায় 25 থেকে 30 সে. মি. লম্বা ও 12 সে. মি. চওড়া হয়। এতে ছোট ছোট পাখী অনারাসেই বন্দী হয়ে পড়তে পারে। ঘটপত্রী উদ্ভিদের পাতা সাধারণতঃ লাল ছিটযুক্ত সবুজ রঙেরই বেনী হয়ে থাকে। রায়ফেসিয়ানা নামক ঘটপত্রী উদ্ভিদের পাতা ধবধবে সাদা হয়; আবার রাজার পাতা আগাগোড়াই গাঢ় লাল রঙের হয়ে থাকে।



ঘটপত্রী উদ্ভিদের পাতা

ওয়ালেসের ‘মালয়দ্বীপপুঞ্জ’ নামক বই থেকে জানা যায় যে, একদিন মালয় দ্বীপপুঞ্জে বেড়াতে বেড়াতে তিনি খুব তৃষ্ণার্ত হয়ে পড়েন। কাছাকাছি কোথাও জল না পেয়ে তিনি ও তাঁর সঙ্গীরা কতকগুলি ঘটপত্রী উদ্ভিদ দেখতে পান। তখন রুষ্টির জলে প্রত্যেকটি পাতাই পরিপূর্ণ ছিল। যদিও তার মধ্যে ছিল নানা রকম ছোট ছোট কীট-পতঙ্গ। তাঁরা প্রকৃতিদত্ত এই ঘটপত্রী পাতা থেকে জল পান করে তৃষ্ণা নিবারণ করেন। ঘটপত্রী উদ্ভিদ সম্পর্কে বেশ মজার মজার কিংবদন্তী ও শোনা যায়।

রুমফিয়াসের বিবরণ থেকে জানা যায় যে, সুদূর প্রাচ্যে ঘটপত্রী উদ্ভিদ নিয়ে গবেষণা করবার সময় তাঁকে বেশ বেগ পেতে হয়েছিল। তিনি স্থানীয় অধিবাসীদের ঘটপত্রী উদ্ভিদ সংগ্রহ করে আনতে বলায় তারা কেউ রাজী হয় নি। - কারণ স্থানীয় অধিবাসীরা বিশ্বাস করত যে, কেউ যদি ঘটপত্র ছিঁড়ে ফেলে, তাহলে বাড়ী পৌছাবার আগেই সে ভীষণ

ঝড়-বৃষ্টির সম্মুখীন হবে। যাহোক, পরে অবশ্য অনেক বৃষ্টিতে তিনি অধিবাসীদের এই অকুবিধাস দূর করতে পেরেছিলেন। রুমকিয়াস তাঁর বিবরণে আরো একটা বেশ মজার কথা উল্লেখ করেছেন। রাত্রিতে যে সব বাচ্চা ছেলে-মেয়ের বিছানায় মূত্রত্যাগের অভ্যাস আছে, স্থানীয় অধিবাসীরা তাদের মাথায় ঘটপত্রী উদ্ভিদের জল ঢেলে দিত এবং ঘটের জল পান করাতো। তাহলেই নাকি বাচ্চাদের এই অভ্যাস সেমে যেত।



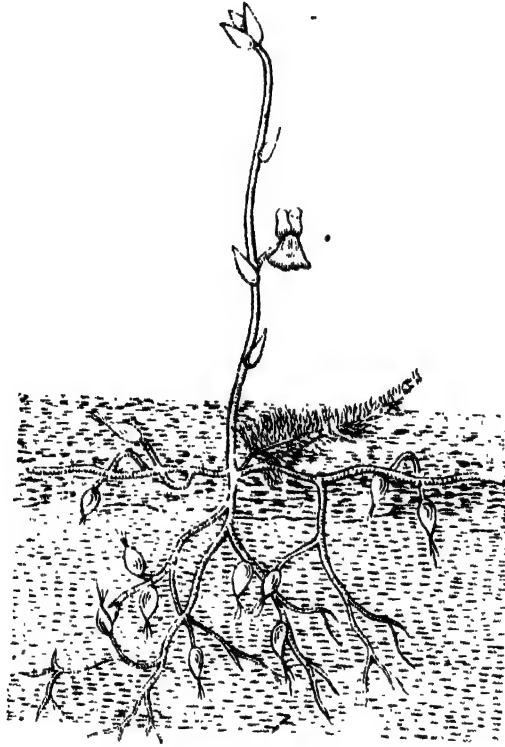
কীট-পতঙ্গভুক্ত সূর্যশিশির

সোন ডোসেরা নামক কীট-পতঙ্গভুক্ত উদ্ভিদ ডোসেরাসি গোত্রের অন্তর্ভুক্ত। এরা উত্তর ও উত্তর-দক্ষিণ ক্যালিফোর্নিয়া, ইউরোপ, জাপান, ভারত, অস্ট্রেলিয়া প্রভৃতি দেশে জন্মায়। ডোসেরার অন্তর্ভুক্ত একটি প্রজাতি হলো সূর্যশিশির। সূর্যশিশিরের পাতাগুলি মোটামুটি গোলাকৃতির এবং ধারগুলি কাটা। পাতায় দুই সারি শোঁয়া আছে। এই শোঁয়াই শিকার ধরবার কঁাদ। শোঁয়াগুলির মুখে বিন্দু বিন্দু এক রকম আঠালো পদার্থ জমা থাকে।

সূর্যের আলো এই সব বিন্দু থেকে যখন প্রতিফলিত হয়, তখন ঘাসের ডগায় শিশির-বিন্দুর মতই এগুলি জল জল করতে থাকে। তাই এর নাম সূর্যশিশির। ছোট ছোট কীট-পতঙ্গ এর পাতায় বসলে আঠালো রসে জড়িয়ে যায় এবং শোঁয়াগুলিও তৎক্ষণাৎ পাতার মধ্যে গুটিয়ে শিকারকে আটপৃষ্ঠে জড়িয়ে ধরে। তার পর শোঁয়ার

জারক রস পতঙ্গদেহ পরিপাক করে ফেলে। পরে পাতার শোয়াগুলি খুলে গিয়ে আবার পূর্বাবস্থায় ফিরে আসে।

জলে-স্থলে সর্বত্রই কীট-পতঙ্গভুক উদ্ভিদের সন্ধান পাওয়া গেছে। এক জাতীয় ঝাঁঝিও জলজ কীট-পতঙ্গভুক উদ্ভিদ। এই জাতীয় ঝাঁঝির পাতা ছোট ছোট থলিতে রূপান্তরিত হয়ে থাকে। থলিগুলিই শিকার ধরবার ফাঁদ। এদের কিউবা, দক্ষিণ-পূর্ব আমেরিকা, অস্ট্রেলিয়া, ভারত, আফ্রিকা প্রভৃতি দেশে পাওয়া যায়। বিভিন্ন প্রকার ঝাঁঝির থলির আকার, আয়তন বিভিন্ন রকমের হয়। থলিগুলির একটি করে মুখ অর্থাৎ প্রবেশপথ থাকে। জলজ কীট-পতঙ্গ



কীটভুক ঝাঁঝি

জলের সঙ্গে থলির মধ্যে প্রবেশ করলে আর বেরোতে পারে না। প্রবেশপথ দিয়ে শিকার শুধু ঢুকতেই পারে, কিন্তু বেরোবার পথ আপনা থেকেই বন্ধ হয়ে যায়। যে সব ঝাঁঝির থলি বড় হয়, সেগুলি মশার লার্ভা, ব্যাঙাচি প্রভৃতি ফাঁদে আবদ্ধ করে থাকে। আবদ্ধ শিকারের দেহ জারক রসে জীর্ণ হয়ে যায়। এছাড়া আরও অনেক কীট-পতঙ্গভুক উদ্ভিদ আছে, যাদের কাহিনীও কম বিচিত্র নয়।

পারদর্শিতার পরীক্ষা

তোমাদের মধ্যে অঙ্কে কে কেমন পারদর্শী, তার একটা মোটামুটি ধারণা যাতে তোমরা নিজেরাই করতে পার, সে জন্তে কয়েকটি প্রশ্ন দিচ্ছি। ধরে নেওয়া হচ্ছে, উচ্চ মাধ্যমিক পরীক্ষার জন্তে নির্ধারিত পাঠ্যসূচীর বিষয়বস্তু তোমাদের পড়া আছে। সময় দেওয়া হচ্ছে—5 মিনিট। যে এই সময়ের মধ্যে 5টি, 4টি বা 3টি প্রশ্নের সঠিক উত্তর দিতে পারবে, তার পারদর্শিতা যথাক্রমে খুব বেশী, বেশী বা চলনসই। 2টি বা 1টি প্রশ্নের উত্তর সঠিক হলে পারদর্শিতা বাড়াবার জন্তে তার বিশেষ মনোযোগ দেওয়া দরকার। কোন উত্তরই সঠিক না হলে মন্তব্য নিম্নয়োজন।

1 নং প্রশ্ন। কোনটি ঠিক বল—

কোন কাপড়ের কলে যদি x সংখ্যক লোক দিনে x ঘণ্টা কাজ করে x দিনে x টি কাপড় প্রস্তুত করে, তাহলে y সংখ্যক লোক দিনে y ঘণ্টা হিসাবে কাজ করে y দিনে যে কাপড় প্রস্তুত করবে, তার সংখ্যা

$$\text{ক) } y, \text{ খ) } \frac{x^3}{y^2}, \text{ গ) } \frac{y^3}{x^2}, \text{ ঘ) } \frac{y^2}{x}$$

2 নং প্রশ্ন। দুটি গ্লাসের একটিতে জল ও অণুটিতে দ্রব আছে। প্রথম গ্লাসটির আয়তন দ্বিতীয় গ্লাসটির আয়তনের অর্ধেক। জলের গ্লাস থেকে এক চামচ ভর্তি জল দ্রবের গ্লাসে মিশিয়ে খুব ভাল করে নেড়ে দেওয়া হলো। এবার এই মিশ্রণ থেকে এক চামচ দ্রব (সামান্য জল মেশানো) নিয়ে জলের গ্লাসে মিশিয়ে দেওয়া হলো। এখন তাহলে দ্রবের গ্লাসে সামান্য জল আছে আর জলের গ্লাসে আছে সামান্য দ্রব। বল তো, দ্রবের গ্লাসে জলের পরিমাণ বেশী, না জলের গ্লাসে দ্রবের, নাকি ঐ জল ও দ্রবের পরিমাণ সমান?

3 নং প্রশ্ন। কোনটি ঠিক বল—

কোন গুণোত্তর শ্রেণীর প্রথম তিনটি পদ হলো $\sqrt{2}$, $^3\sqrt{2}$, $^6\sqrt{2}$ । চতুর্থ পদটি হচ্ছে

$$\text{ক) } 1, \text{ খ) } ^7\sqrt{2}, \text{ গ) } ^8\sqrt{2}, \text{ ঘ) } ^9\sqrt{2}$$

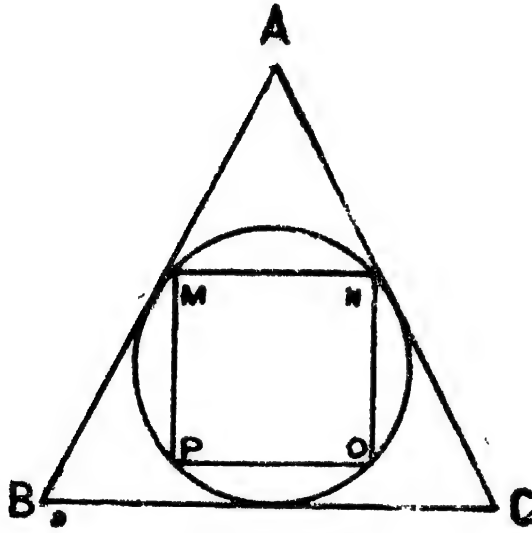
4 নং প্রশ্ন। চন্দন আর অরুণের মধ্যে কথা হচ্ছিলো, ওদের একজন যদি 2 কোটি টাকার সুপ্তধন পেয়ে যায়, তাহলে কিভাবে তারা তা ভাগ করে নেবে। চন্দন বললো, ঐ টাকা তারা সমান ভাগে ভাগ করে নেবে। অরুণ বললো, প্রথমতঃ তাই হবে, তারপর 30 দিন ধরে প্রতিদিন সে চন্দনকে এক লক্ষ টাকা করে দিয়ে যাবে আর চন্দন

তাকে প্রথম দিন এক পয়সা, দ্বিতীয় দিন দু' পয়সা, তৃতীয় দিন চার পয়সা, চতুর্থ দিন আট পয়সা,—এইভাবে 30 দিন ধরে দেবে। চন্দন খুব খুশী হয়ে রাজী হয়ে গেল।

এই সর্ত অনুযায়ী 30 দিন পরে কে মোট বেশী টাকা পাবে ?

5 নং প্রশ্ন। কোন্টি ঠিক বলো—

চিত্রে প্রদর্শিত ABC সমবাহু ত্রিভুজের অন্তঃস্থিত বৃত্তের মধ্যে MNOP একটি



পারদর্শিতার পরীক্ষা

বর্গ। ত্রিভুজ ও বর্গের ক্ষেত্রফলের অনুপাত

ক) $3 : 1$, খ) $\sqrt{3} : \sqrt{2}$, গ) $3\sqrt{3} : 2$, ঘ) $3 : \sqrt{2}$

(উত্তর—250 নং পৃষ্ঠায় দ্রষ্টব্য)

ব্রজানন্দ দাশগুপ্ত ও অনন্ত বসু*

* সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার ফিজিক্স, কলিকাতা-9

প্যাভেল আলেক্সিভিচ চেরেনকভ্

তোমরা অনেক বিজ্ঞানীর কথা শুনেছ। আজ তোমাদের রুশদেশীয় এক বিজ্ঞানীর কথা বলবো। 1904 খৃষ্টাব্দে রাশিয়ার ভরোনে অঞ্চলে এক সাধারণ কৃষক পরিবারে এই রুশ বিজ্ঞানী—প্যাভেল আলেক্সিভিচ চেরেনকভের জন্ম হয়।

1928 খৃষ্টাব্দে বিশ্ববিদ্যালয়ের পড়াশুনা শেষ করে চেরেনকভ্ মস্কোর ইনস্টিটিউট অব ফিজিক্সে একজন উচ্চপদস্থ কর্মচারী হিসাবে যোগদান করেন। বিজ্ঞান সম্বন্ধে নানা রকম অমুসন্ধিগার জ্ঞে তঁর প্রতি অনেকেরই দৃষ্টি আকৃষ্ট হয়। 1932 খৃষ্টাব্দে তিনি বিজ্ঞানার্চ্য এস. আই. ভ্যাভিলভ্-এর কাছে গবেষণায় ব্যাপৃত হন। গবেষণার বিষয়বস্তু ছিল ইউরানিয় লবণের জ্বলে রঞ্জনরশ্মি প্রভাবিত দীপ্তি সম্বন্ধে অমুসন্ধান। এই সময়ে তিনি এক অদ্ভুত নীলাভ বিকিরণ লক্ষ্য করেন। তখন বিজ্ঞানীরা মাদাম কুরী ও পিয়ারী কুরীর যুগান্তকারী আবিষ্কার তেজস্ক্রিয় বস্তুর প্রভাবে এমনই দিশাহারা যে, প্রতিটি বিকিরণকেই তঁরা তেজস্ক্রিয়াজনিত বলে মনে করতেন। এমন কি, শোনা যায় মাদাম কুরী নিজেও চেরেনকভের দেখা বিকিরণ সম্বন্ধে একই ভুল করেছিলেন।

চেরেনকভের আগেই ম্যাগেট এই নীলাভ বিকিরণ সম্বন্ধে কিছু পর্যালোচনা করেন, কিন্তু কোন সঠিক সিদ্ধান্তে উপনীত হতে পারেন নি। চেরেনকভ্ই প্রথম 1937 খৃষ্টাব্দে বিরূপ সমালোচনার সম্মুখীন হয়েও তঁর পরীক্ষা-নিরীক্ষার দ্বারা প্রমাণ করেন যে, তঁর দেখা নীলাভ বিকিরণ তেজস্ক্রিয়াজনিত বিকিরণ থেকে সম্পূর্ণ আলাদা। ঠিক ঐ সময়ে বিজ্ঞানী আই. ই. তাম ও আই. এম. ফ্রাঙ্ক এক গবেষণা-পত্র প্রকাশ করেন। ঐ গবেষণা-পত্রে তঁরা দেখান যে, যদি একটি তড়িৎ-কণা কোন তড়িৎ-বিভাজক (Dielectric) মাধ্যমের মধ্যে আলোকের গতি অপেক্ষা দ্রুততর একই গতিতে চালিত হয়, তা হলে মাধ্যমের অণুগুলি অসমভাবে বর্তিত হয়ে তড়িৎ-চুম্বকীয় তরঙ্গের সৃষ্টি করে এবং এটাই শঙ্কুর আকারে নীলাভ বিকিরণরূপে প্রতিভাত হয়। তৎসংগত ফলাফল আর চেরেনকভের পরীক্ষাপ্রসূত ফলাফল একই রূপ হওয়ায়, চেরেনকভের সিদ্ধান্ত নিভুল বলে প্রমাণিত হয়। এই বিকিরণ চেরেনকভ্ বিকিরণ নামে পরিচিত।

চেরেনকভ্ বিকিরণের উপর গত কয়েক বছর ধরে প্রচুর গবেষণা হয়েছে এবং এখনও বহু বিজ্ঞানী এর উপর কাজ করে চলেছেন। সুস্পষ্ট চেরেনকভ্ নিরূপক যন্ত্রের সাহায্যে অতি দ্রুত গতিযুক্ত বা উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কণার গুণাগুণ সম্বন্ধে অনেক কিছু জানা সম্ভব হয়েছে। মহাজাগতিক রশ্মি বিশ্লেষণে চেরেনকভ্ বিকিরণের তথ্যাবলী বিশেষ সহায়ক। চেরেনকভ্ নিরূপক যন্ত্রেই সের্গে, চেম্বারলিন প্রমুখ বিজ্ঞানীরা প্রথম অ্যান্টি-প্রোটনের

সন্ধান পান। পদার্থের চতুর্থ অবস্থার (প্লাজমা) জ্ঞান সংগ্রহে, উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কণার গতি ও ভর নিরূপণে, অতি ক্ষুদ্র তরঙ্গ সৃষ্টির ব্যাপারে, শক্তির সমাহরণে এবং আরও নানা কাজে চেরেনকভ্ বিকিরণ বিজ্ঞানীদের কাছে হাতিয়ারস্বরূপ।

এই মৌলিক গবেষণার স্বীকৃতিস্বরূপ চেরেনকভ্, তাম ও ক্রাঙ্কে যুক্তভাবে 1958 খৃষ্টাব্দে পদার্থবিজ্ঞান নোবেল পুরস্কার দেওয়া হয়। 1964 খৃষ্টাব্দে রুশ সরকার তাঁদের দেশের সর্বশ্রেষ্ঠ সম্মানজনক পুরস্কার চেরেনকভকে ড্যাভিলভ্, তাম ও ক্রাঙ্কের সঙ্গে যৌথভাবে প্রদান করেন। ড্যাভিলভ্ এই ঘোষণার বহু আগেই ইহলোক ত্যাগ করেন এবং এর অব্যবহিত পরেই চেরেনকভ্ তাঁর পত্নী, এক পুত্র ও এক কন্যাকে রেখে পরলোক গমন করেন।

শ্রীরতনমোহন খাঁ*

* সিটি কলেজ, কলিকাতা-9

উত্তর

- (পারদর্শিতার পরীক্ষা)

$$1 \text{ নং } - \frac{y^3}{x^2}$$

[x জন (x × x =) x² ঘণ্টার x টি কাপড় প্রস্তুত করে

∴ 1 ,, x² ,, 1 টি ,, ,, ,,

1 ,, 1 ,, $\frac{1}{x^2}$ টি ,, ,, ,,

1 ,, (y × y =) y² ,, $\frac{y^2}{x^2}$ টি ,, ,, ,,

y ,, y² ,, $\frac{y^3}{x^2}$ টি ,, ,, ,,]

2 নং—সমান

[হৃদয়ের গ্রাস থেকে যে এক চামচ অলমিষিত হৃদ নেওয়া হলো, ধরা যাক তাতে জলের পরিমাণ x চামচ (x < 1)। হৃদয়ের গ্রাসে আগে এক চামচ জল দেওয়ার সেখানে এখন জলের পরিমাণ থাকছে (1-x) চামচ। আবার জলের গ্রাসে যে অলমিষিত হৃদ ঢালা হলো, তাতে হৃদয়ের পরিমাণ (1-x) চামচ।]

3 নং—1

[গুণোত্তর শ্রেণীটিতে সাধারণ গুণক হচ্ছে $2^{\frac{1}{8}}/2^{\frac{1}{8}}=2^{-\frac{1}{8}}$,(এটাও দেখা যায় যে, $2^{\frac{1}{8}}/2^{\frac{1}{8}}=2^{-\frac{1}{8}}$)সুতরাং চতুর্থ পদ $= 2^{\frac{1}{8}} \times 2^{-\frac{1}{8}} = 2^0 = 1$]

4 নং—অরূপ

[চন্দন অরূপের কাছ থেকে পাবে

$$30 \times 1 \text{ লক্ষ টাকা} = 30 \text{ লক্ষ টাকা।}$$

অরূপ চন্দনের কাছ থেকে পাবে

$$2^0 + 2^1 + 2^2 + 2^3 + \dots + 2^{29} \text{ পরমা}$$

$$= 2^{30} - 1 \text{ পরমা}$$

$$= 1073741823 \text{ পরমা}$$

$$= 1 \text{ কোটি } 7 \text{ লক্ষ } 37 \text{ হাজার } 418 \text{ টাকা } 23 \text{ পরমা।}$$

কে বেশী পাবে, এটা 2^{30} -এর মান নিখুঁতভাবে নির্ণয় না করেও নিম্নলিখিত উপায়ে অপেক্ষাকৃত সহজভাবে বলা যেতে পারে।

$$2^{30} - 1 = (2^{10})^3 - 1 = (1024)^3 - 1 > 10^9$$

সুতরাং অরূপ পাবে 10^9 পরমারও বেশী অর্থাৎ 10^9 বা 1 কোটি টাকারও বেশী কিন্তু চন্দন পাবে 30 লক্ষ টাকা।]

5 নং— $3\sqrt{3} : 2$ [ধরা যাক, r —বৃত্তের ব্যাসার্ধ, a —ত্রিভুজের বাহু $= 2r\sqrt{3}$ b —বর্গের বাহু $= r\sqrt{2}$

∴ ত্রিভুজ ও বর্গের ক্ষেত্রফলের অনুপাত

$$= \frac{a^2 \sqrt{3}}{4} : b^2$$

$$= \frac{(2r\sqrt{3})^2 \sqrt{3}}{4} : 2r^2$$

$$= 3\sqrt{3} : 2]$$

প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন 1। উদ্ভিদ-হরমোন কি ?

গোপাল হালদার, বীরভূম।

প্রশ্ন 2। ভূমিকম্পের উৎপত্তি সম্বন্ধে কিছু বলুন।

পিন্টু দাস, সরলা বসু, রাঁচী।

উ: 1। প্রাণীদেহে কতকগুলি অস্ত্র:স্রাবী গ্রন্থি থাকে। এসব গ্রন্থি থেকে বিভিন্ন ধরনের জৈব রাসায়নিক পদার্থ নিঃসৃত হয়—যাদের বলা হয় হরমোন বা উদ্ভেজক রস। প্রাণীদেহে বিভিন্ন প্রকার নিঃসৃত হরমোন বিশেষ বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ কাজ করে।

প্রাণীদেহে হরমোন নিঃসারক গ্রন্থিগুলির অস্তিত্ব ও হরমোনের বহুমুখী কার্যক্ষমতার কথা চিন্তা করে বিজ্ঞানীরা উদ্ভিদদেহেও হরমোনের অস্তিত্ব প্রমাণ করেছেন। বিজ্ঞানীদের এই বিষয়ে অনুসন্ধিৎসার ফলে জানা গেছে যে, উদ্ভিদের দেহের বিভিন্ন অংশে এই সব হরমোন তৈরি হয়—যেগুলি হলো জটিল ধরনের জৈব রাসায়নিক পদার্থ। উদ্ভিদদেহের এক অংশে উৎপন্ন হয়ে এরা অপরাপর অংশে প্রবাহিত হয়। এরা উদ্ভিদদেহে নানারকম পরিবর্তন ঘটায়। উদ্ভিদ-হরমোনের বিভিন্ন ধরনের কাজের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো—উদ্ভিদের দৈহিক বৃদ্ধি, কোষ-বিভাজন, উদ্ভিদের ফুল, ফল, ডাল, পাতার পতন রোধ, উদ্ভিদের মুকুলোদগম, অঙ্কুরোদগম ইত্যাদিতে সাহায্য করা। এগুলি ছাড়াও কতকগুলি উদ্ভিদ-হরমোন আছে—যারা উদ্ভিদ মূলের বৃদ্ধি, বীজের অঙ্কুরোদগম প্রভৃতি কাজে বাধার সৃষ্টি করে।

বর্তমানে বিজ্ঞানীরা কৃত্রিমভাবে রাসায়নিক সংশ্লেষণ পদ্ধতির সাহায্যে উদ্ভিদ-হরমোনের সমতুল্য পদার্থ তৈরি করতে সক্ষম হয়েছেন। এসব কৃত্রিম হরমোনগুলিকে প্রধানত: কিনিন, অক্সিন ও জিবারেলিন—এই তিন প্রকারে ভাগ করা হয়। এদের প্রয়োগ কৃষি-জগতে যুগান্তর এনেছে। কালে এবং অকালে ফসল তৈরি, বীজহীন ফলের উৎপাদন, বিভিন্ন ফসলের দ্রুত উৎপাদন ইত্যাদি ব্যাপারে উদ্ভিদ-হরমোন যথেষ্ট আশার সঞ্চার করেছে।

উ: ২ প্রাচীনকালে ভূমিকম্পের উৎপত্তির কারণ হিসাবে বিভিন্ন বিজ্ঞানী বিভিন্ন ধারণা পোষণ করতেন। আরিস্টোটল মনে করতেন যে, ভূগর্ভস্থিত গহ্বরসমূহে আবদ্ধ গ্যাস উন্মুক্ত হবার চেষ্টায় শিলাস্তরে আঘাত করলে নিকটবর্তী অঞ্চলে কম্পনের সৃষ্টি হয়—যাকে ভূমিকম্প বলা হয়। বর্তমান কালের ভূতাত্ত্বিকগণ কিন্তু ভূমিকম্পের কারণ হিসাবে এই ব্যাখ্যা মেনে নিতে রাজী নন। বিজ্ঞানসম্মত চিন্তার দ্বারা ভূমিকম্পের কারণ হিসাবে তাঁরা প্রধানতঃ নিম্নোক্ত ঘটনাগুলিকেই দায়ী করেন।

1) আগ্নেয়গিরির অগ্ন্যুৎপাতজনিত—আগ্নেয়গিরির অগ্ন্যুৎপাতের সঙ্গে ভূমিকম্পের বিশেষ সম্পর্ক রয়েছে। ভূপৃষ্ঠের নীচে অতিরিক্ত চাপে শিলা গলিত অবস্থায় থাকে। একেই বলা হয় লাভা। আগ্নেয়গিরির অগ্ন্যুৎপাতের সময় এই গলিত লাভা ভূগর্ভ থেকে বেরিয়ে আসবার জন্যে প্রচণ্ড বেগে ভূপৃষ্ঠে আঘাত করে এবং এর ফলেই ভূমিকম্পের সৃষ্টি হয়।

২) শিলাস্তরের চ্যুতিজনিত—উপরিউক্ত কারণটি কেবলমাত্র আগ্নেয়গিরিবহুল অঞ্চলের ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য। আধুনিক ভূতাত্ত্বিকদের মতানুযায়ী বেশীর ভাগ ক্ষেত্রেই শিলাচ্যুতির ফলেই ভূমিকম্পের সৃষ্টি হয়। প্রাকৃতিক কারণে শিলাস্তরগুলির উপর স্থিতিস্থাপক টানের উদ্ভব হয়। স্থিতিস্থাপক টানের ফলে শিলাস্তরটি ক্রমাগতই বঁকে যেতে থাকে। অবশেষে একটা নির্দিষ্ট সীমা অতিক্রম কবলে শিলাস্তরটির বিচ্যুতি ঘটে। এই বিচ্যুতির ফলে সমস্ত শিলাস্তর প্রচণ্ডভাবে কাঁপতে শুরু করে এবং ভূমিকম্পের সৃষ্টি হয়।

উপরিউক্ত কারণগুলি ছাড়াও পাহাড়ী অঞ্চলে ভূমিকম্পের অন্যতন প্রধান কারণ হচ্ছে পার্বত্য ধ্বস্। পর্বতশীর্ষ থেকে বিরাটাকার ধ্বস্ নামবার ফলে পার্শ্ববর্তী অঞ্চলে ভূমিকম্পের সৃষ্টি হয়। এছাড়াও সমুদ্রপোকূলে তরঙ্গের আঘাতেও যত্ন ভূমিকম্পের উৎপত্তি হয়ে থাকে।

ভূমিকম্পের উৎপত্তি সম্বন্ধে আরও অনেক মতবাদ প্রচলিত আছে।

ଆଗନ୍ତୁକଙ୍କର ନେତ୍ର

বিবিধ

জগদীশ বসু জাতীয় বিজ্ঞান প্রতিভা

অনুসন্ধান বৃত্তি

বর্তমান বছরে জগদীশ বসু জাতীয় বিজ্ঞান প্রতিভা অনুসন্ধান বৃত্তিপ্রাপ্ত তালিকার শ্রীঅরুণ-কুমার দাস প্রথম স্থান অধিকার করেছেন। তিনি মোলানা-আজাদ কলেজের প্রাক্-চিকিৎসা-বিজ্ঞান ছাত্র। বাকী 19 জন বৃত্তিপ্রাপ্ত স্নাতক-পূর্ব ছাত্র-ছাত্রীদের মধ্যে আছেন :—শ্রীঅরবিন্দ চক্রবর্তী, শ্রীরাজীব এম. দেশপাণ্ডে, শ্রীসমরঞ্জন পাল, শ্রীইন্দ্রজিৎ সরদার, শ্রীরাকেশকুমার লাল, শ্রীঅঞ্জন ঘোষ, শ্রীগৌতম সাহা, মিস ম্যারিগ্রেটা নিগলি, শ্রীশুরুপ্রসাদ বন্দ্যোপাধ্যায়, শ্রীঅরুণ-কুমার মিত্র, শ্রীঅরবিন্দ পাল, শ্রীসুমনকুমার রায়, শ্রীসৌরভকান্তি দত্ত, শ্রীঅমিতাভ ঘোষ, শ্রীসোম-নাথ সাহা, শ্রীডি. সীতারাম, শ্রীসত্যপ্রিয় বন্দ্যো-পাধ্যায়, শ্রীসোমনাথ বন্দ্যোপাধ্যায় শ্রীসুপ্রিয় দত্ত।

এই বৃত্তিপ্রাপ্তদের মধ্যে প্রথম দশটি স্থানের অধিকারীরা বছরে মোট দশহাজার টাকা এবং সংগঠনের বিশেষ সমৃদ্ধি-সাধন কর্মসূচীর সুবিধা পাবেন। পরবর্তী দশজন পাবেন উৎসাহদায়ক পুরস্কার হিসাবে বই বা যন্ত্রপাতি।

বিজ্ঞান মেলা পরিকল্পনার অঙ্গ হিসাবে পশ্চিমবঙ্গের যে কোন ছাত্র-ছাত্রী বৈজ্ঞানিক প্রকল্পের কাজ গ্রহণ করতে পারেন এবং বৈজ্ঞানিক প্রকল্পের কর্মসাধনের কৃতিত্বের ভিত্তিতে বিজ্ঞান মেলা পুরস্কার প্রদত্ত হয়। 1970 সালে এই পরিকল্পনার বিভিন্ন জেলা থেকে 3৪8 জন প্রতিযোগী অংশ নেন তন্মধ্যে এরা পুরস্কার লাভ করেন—শ্রীদিলীপ বন্দ্যোপাধ্যায় (বনওয়ারীলাল ভালোট্টা কলেজ, আলানসোল) শ্রীঅচিন্ত্যকুমার দাস (বাদবপুর বিশ্ববিদ্যালয়), শ্রীজয়ন্ত স্থানাপতি (বাদবপুর বিশ্ববিদ্যালয়), শ্রীরতনকান্তি ঘোষ

(নৌরতন সরকার মেডিক্যাল কলেজে), শ্রীদয়রঞ্জন পাল (মৌলানা আজাদ কলেজ), শ্রীভুব্রত রায়চৌধুরী (সেন্ট জেভিয়ার্স কলেজ), শ্রীশুরুপ্রসাদ বন্দ্যোপাধ্যায় (মৌলানা আজাদ কলেজ), শ্রীঅরুণকুমার দাস (মৌলানা আজাদ কলেজ), শ্রীসৌরভকান্তি দত্ত (মৌলানা আজাদ কলেজ), শ্রীমতী মহাশ্বেতা ঘোষ (রায়মোহন কলেজ), শ্রীচন্দন রক্ষিত (মহারাজা বারবিক্রম কলেজ, আগরতলা), শ্রীদেবশঙ্কর রায় (প্রেসিডেন্সী কলেজ,) শ্রীসত্যেন্দ্রনাথ বান (সেন্ট জেভিয়ার্স কলেজ), শ্রীজগদীশ বন্দ্যোপাধ্যায় (প্রেসিডেন্সী কলেজ)।

জগদীশ বসু জাতীয় বিজ্ঞান-প্রতিভা অনু-সন্ধান বৃত্তি এবং বিজ্ঞান মেলা সম্বন্ধে বিস্তৃত তথ্য ঐ সংস্থার কার্যালয়ে (93/1 আচার্য প্রফুল্ল চন্দ্র রোড, কলিকাতা-9) জানা যাবে।

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের উদ্যোগে লোকরঞ্জক
বিজ্ঞানবিষয়ক বক্তৃতা

গত 16ই ফেব্রুয়ারী, '71 বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের উদ্যোগে পরিষদ ভবনের 'কুমার প্রথম নাথ রায় হলে' চলচ্চিত্র সহযোগে 'ক্যালার ও তার প্রতিকার' শীর্ষক একটি লোকরঞ্জক বিজ্ঞান-বিষয়ক বক্তৃতার ব্যবস্থা করা হয়। বক্তৃতাটি প্রদান করেন কলিকাতার চিত্তরঞ্জন জাতীয় ক্যালার গবেষণা-কেন্দ্রের অধিকর্তা ডক্টর সন্তোষ মিত্র।

ভারতের তিনটি শহরের বাতাসে আবর্জনার
পরিমাণ বৃদ্ধি

ইউ. এন. আই.-এর সংবাদে প্রকাশ—ভারতের মানবন্বিরসমূহের ডিরেক্টর জেনারেল ডক্টর কোটেখর

২২শে মার্চ এক সাংবাদিক বৈঠকে বলেন, দিল্লী, কলকাতা এবং কানপুরের জায় শহরগুলিতে গত ১৪ বছরে বায়ুমণ্ডলে আবর্জনার পরিমাণ শতকরা ৫০ থেকে ১০০ ভাগ পর্যন্ত বেড়ে গেছে।

কানপুর ও কলকাতার প্রতি ১ মাইল স্থানে এক মাসে যে পরিমাণ দূষিত পদার্থ আকাশ থেকে নেমে আসে, ভারতের আবহাওয়া বিভাগ সেটা সংগ্রহ করে উপরিউক্ত সিদ্ধান্তে পৌঁছেছেন।

মনজনের বাতাস অবশ্য ঝাড়ুদারের কাজ করে, বায়ুমণ্ডল এবং নদীনালা থেকে সে দূষিত পদার্থ ঝেঁটিয়ে নিয়ে চলে যায়।

পৃথিবীর কক্ষপথে জাপানের প্রথম পূর্ণাঙ্গ উপগ্রহ

জাপানের প্রথম পূর্ণাঙ্গ কৃত্রিম উপগ্রহ পৃথিবীর কক্ষপথে প্রতিষ্ঠিত হয়েছে এবং নিভুলভাবে পৃথিবী প্রদক্ষিণ করে চলছে।

১৬ই মার্চ দক্ষিণ জাপানের উচিনোরা মহাকাশ ঘাঁটি থেকে রয়টার, এ. পি. ও এ. এফ. পি. জানিয়েছেন, ভারতীয় সময় সকাল ৯-৩০ মিনিটে ৬৩ কে.জি ওজনের কৃত্রিম উপগ্রহটি পৃথিবীতে বেতার-সংকেত পাঠাতে শুরু করেছে।

এই সংকেত হাওয়াই দ্বীপপুঞ্জের আমেরিকান মহাকাশ ঘাঁটিতেও ধরা পড়েছে। প্রায় এক বছর আগে একটি রকেটের নাসিকাগ্রভাগ পৃথিবীর কক্ষপথে প্রদক্ষিণ করে এবং জাপান আন্তর্জাতিক মহাকাশ ক্লাবের পঞ্চম সদস্য হিসাবে গণ্য হয়। অন্তেরা হচ্ছে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র, সোভিয়েট ইউনিয়ন, ফ্রান্স ও চীন। পুরাপুরি নিজেদের বৈজ্ঞানিক চেষ্টা ও অর্থসজ্জার দ্বারা এই কয়টি রাষ্ট্র পৃথিবীর কক্ষপথে কৃত্রিম উপগ্রহ স্থাপন করতে পেরেছে।

এই বছরের শেষেই জাপান পৃথিবীর কক্ষপথে একটি বৈজ্ঞানিক বজ্রাগার পাঠাবে—১৬ই মার্চের উৎক্ষেপণের দ্বারা তারই চূড়ান্ত মহড়া

হিসাবে রকেট ও অন্ত্যন্ত যন্ত্রপাতি পরীক্ষা করে নেওয়া হলো।

এই চেষ্টা গত সেপ্টেম্বরেও একবার করা হয়েছিল, কিন্তু তখন রকেটের চতুর্থ পর্যায়টি চালু না হওয়ার সব কিছু পণ্ড হয়ে যায়।

জাপানী মহাকাশ ঘাঁটি থেকে বিজ্ঞানীরা ঘোষণা করেছেন, কৃত্রিম উপগ্রহটি প্রতি ১ ঘণ্টা ৩৫ মিনিটে একবার পৃথিবী প্রদক্ষিণ করে চলছে এবং অতি সুস্পষ্টভাবে বেতার-সংকেত পাঠাচ্ছে।

বিজ্ঞানীরা একথাও জানিয়েছেন যে, উপগ্রহটির ব্যাটারীগুলি প্রায় এক সপ্তাহ চালু থাকবে। এরপর কোন বেতার-সংকেত পাওয়া যাবে না—কিন্তু ওর গতিবিধির দিকে নজর রাখবার ব্যবস্থাটি চালু থাকবে।

জ্যোতির্বিজ্ঞানের বিবিধ প্রত্যয়

সম্প্রতি কলকাতার মার্কিন তথ্য দপ্তরের সাংস্কৃতিক বিভাগ তাঁদের প্রেক্ষাগৃহে বাংলা ভাষার মাধ্যমে লোকস্বজনকে বিজ্ঞান বক্তৃতাশালায় আয়োজন করেছেন। গত ৫ই ফেব্রুয়ারী এই বক্তৃতাশালায় দ্বিতীয় অধিবেশনে সাহা ইনস্টিটিউট অফ নিউক্লিয়ার ফিজিক্সের সহযোগী অধ্যাপক ও বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের বিশিষ্ট সদস্য ডক্টর স্বর্ষেন্দু বিকাশ কর ‘জ্যোতির্বিজ্ঞানের বিবিধ প্রত্যয়’ বিষয়ে একটি মনোজ্ঞ আলোচনা করেন। আইড সহযোগে জ্যোতির্বিজ্ঞানের দুর্ভ্রম তত্ত্বগুলি তিনি প্রাঞ্জল ভাষায় সাধারণের কাছে উপস্থাপন করেন। নক্ষত্রের সৃষ্টিতত্ত্ব থেকে শুরু করে ক্রিভাবে জ্যোতির্বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখা গড়ে উঠেছে এবং ভারত ও আন্তর্জাতিক ক্ষেত্রে সে সব বিষয়ে নানা গবেষণার কথা তিনি উল্লেখ করেন। এই প্রসঙ্গে তিনি ৫০ বছর আগে ভারতীয় বিজ্ঞানী ডক্টর মেঘনাদ সাহার তাপ-আয়নন তত্ত্বের বিষয় উত্থাপন করেন। সূর্যার নোভা, নক্ষত্রের বিস্ফোরণ, কোয়াসার, পালসার, নিউট্রন নক্ষত্র

ইত্যাদি সম্পর্কে আলোচনা করে ঐ সমস্ত জ্ঞান কিতাবে আমাদের সাধারণ জীবনেও কাজে লাগছে, সে কথা তিনি উল্লেখ করেন। তিনি আশা করেন, ভারতের মত উন্নতিশীল দেশে জ্যোতির্বিজ্ঞানের চর্চা সম্পর্কে গুরুত্ব আরোপ করা হবে। কারণ আধুনিক যুগে বিজ্ঞানের কোন শাখাকে উপেক্ষা করে অস্ত্র শাখার উন্নয়ন সম্ভব নয়।

পৃথিবীর চতুর্দিকে নিরাপত্তামূলক আবরণ সংক্রান্ত গবেষণা

মিউনিখ (ডি. এ. ডি.)—পৃথিবীর বায়ুবেষ্টনীর দুটি অংশ—ট্রোপোস্ফিয়ার নীচের অংশ আর তার উপরের অংশ স্ট্র্যাটোস্ফিয়ার। এই দুই অংশের মধ্যবর্তী একটি স্তর আছে। তার নাম ট্রোপোপজ। এর উচ্চতা 10 থেকে 13 কিলোমিটার। এই বিশেষ স্তরটি নিয়ে গবেষণা চলছে। বিজ্ঞানীরা বলেন এই স্তরটি উপরের দুটি অংশের মধ্যে বায়ু চলাচলের পথ বন্ধ করে রাখে। মহাকাশে পারমাণবিক বোমা বিস্ফোরণের পর এই ট্রোপোপজের সহায়তায়

পৃথিবীস্থলী বিষাক্ত পদার্থের পতনের পথ বোধ করা যায়। তবে এই স্তরে কোথাও কোথাও ছিদ্রও আছে। পারমাণবিক বোমা বিস্ফোরণের বহুদিন পরে বিষাক্ত পদার্থ এই ছিদ্রপথে পৃথিবীতে নেমে এসে মানুষের জীবন বিপন্ন করতে পারে। বিজ্ঞানীরা এই ছিদ্রগুলি বন্ধ করবার চেষ্টা করছেন। জার্মান বিজ্ঞানীরা পশ্চিম জার্মেনীর সর্বাপেক্ষা উঁচু পর্বত জুগস্পিটের চূড়ায় একটি যন্ত্র বসিয়ে গবেষণা করছেন আর অধ্যয়ন করছেন ওই ছিদ্রগুলি। গবেষণার উত্তোক্তা পশ্চিম জার্মেনীর বিজ্ঞানীরা, তবে মার্কিন দেশও এই কর্মসূচী অঙ্গীকার করছেন।

ব্রহ্ম সংশোধন

গত ফেব্রুয়ারী (1971) সংখ্যার 'জ্ঞান ও বিজ্ঞানে' প্রকাশিত "তেজস্ক্রিয়তা" শীর্ষক প্রবন্ধে একটি ভুল রহিয়া গিয়াছে। 90 পৃষ্ঠার চতুর্দশ লাইনে—'নির্গত আল্ফা রশ্মির বেগও...তিন লক্ষ কিলোমিটার'। এই অংশটুকু বাদ দিয়া পাড়িতে হইবে।

সম্পাদক—শ্রীগোপালচন্দ্র ভট্টাচার্য

ঐমিহিরকুমার ভট্টাচার্য কর্তৃক পি-23, রাজা রাজকৃষ্ণ ষ্ট্রীট, কলিকাতা-6 হইতে প্রকাশিত এবং গুপ্তপ্রেশ 37/7 বেনিরাটোলা লেন, কলিকাতা হইতে প্রকাশক কর্তৃক মুদ্রিত।



জ্ঞান ও বিজ্ঞান

চতুর্বিংশ বর্ষ

মে, 1971

পঞ্চম সংখ্যা

বাংলা দেশে নৃশংস বর্বরতার বিরুদ্ধে

বিজ্ঞানীদের প্রতিবাদ

বাংলা দেশে পশ্চিম পাকিস্তানের জঙ্গীশাহীর নৃশংস বর্বরতার বিরুদ্ধে বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের উদ্যোগে গত 16ই এপ্রিল, '71 তারিখে পরিষদ ভবনে পশ্চিম বঙ্গের বিজ্ঞানী, বিজ্ঞানকর্মী ও বিজ্ঞানানুসারী জনসাধারণের একটি প্রতিবাদ-সভা অনুষ্ঠিত হয়। উক্ত সভায় সভাপতিত্ব করেন জাতীয় অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ বসু। পশ্চিম পাকিস্তানের জঙ্গী গোষ্ঠী কর্তৃক হিংস্র

পশুশক্তির চরম প্রকাশের তীব্র নিন্দা করে এবং বাংলা দেশের অভূতপূর্ব মুক্তি-সংগ্রামের ঐতিহাসিক গুরুত্ব বিশ্লেষণ করে তাৎক্ষণিক দেন অধ্যাপক প্রিয়দারজেন রায়।

নিম্নলিখিত প্রস্তাবটি সভায় সর্বসম্মতিক্রমে গৃহীত হয়—

“বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের উদ্যোগে আয়োজিত এই সভা বাংলা দেশে পশ্চিম

পাকিস্তানের জঙ্গী গোষ্ঠীর নৃশংস বর্বরতার বিরুদ্ধে তীব্র প্রতিবাদ জানাইতেছে এবং বাংলা দেশের অভূতপূর্ব মুক্তি-সংগ্রামের প্রতি সম্পূর্ণ সহানুভূতি ও সমর্থন জ্ঞাপন করিতেছে। বাংলা দেশের বিজ্ঞানী, শিক্ষাবিদ, ছাত্র, তথা সমগ্র জনসাধারণের উপর নারকীয় অত্যাচার বাহাতে অবিলম্বে বন্ধ হয়, সেই উদ্দেশ্যে পাকিস্তান সরকারের উপর নৈতিক প্রভাব প্রয়োগ করিবার জন্ত বিশ্বের বিজ্ঞানীসমাজের নিকট এই সভা আবেদন জানাইতেছে। বাংলা দেশের জনপ্রিয় সরকারকে অবিলম্বে কূটনৈতিক স্বীকৃতি দানের জন্ত ভারত সরকারকে এই সভা অনুরোধ করিতেছে। বাংলা দেশের ঐতিহাসিক মুক্তি-সংগ্রামে যথাসাধ্য সাহায্য করিবার জন্ত জনসাধারণকে অনুরোধ করা হইতেছে।”

সভাপতির তাবণে অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ বসু বলেন, পশ্চিম পাকিস্তানী সৈন্যদের আক্রমণে বাংলা দেশে বেগবহুতা ও নিদারুণ অত্যাচার চলছে, তাতে আমরা মর্মান্তিক দুঃখিত ও বিচলিত। এই ব্যাপারে বতটা সম্ভব অর্থ-সাহায্য ও প্রয়োজনীয় জিনিষপত্র দিয়ে বাংলা দেশের জনগণের প্রতি সহানুভূতি জ্ঞাপন করা আমাদের একান্ত কর্তব্য। তিনি সকলের নিকট এই উদ্দেশ্যে সাহায্য ও সহযোগিতার জন্ত আবেদন জানান।

পরিশেষে বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের কর্মসচিব ডক্টর জয়ন্ত বসু পশ্চিম পাকিস্তানের বর্বরতার বিরুদ্ধে বাংলা দেশের মানুষের বন্ধিত সংগ্রামকে অভিনন্দন জানিয়ে তাঁদের এই মুক্তি-সংগ্রামের সাহায্যার্থে বিজ্ঞান পরিষদ কর্তৃক একটি সাহায্য তহবিল খোলার কথা ঘোষণা করেন এবং এই তহবিলে সকলকে যথাসাধ্য দান করতে আহ্বান জানান।

দান পাঠাবার ঠিকানা—

বাংলা দেশ সাহায্য তহবিল,

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ,

পি-23, রাজা রাজকৃষ্ণ ষ্ট্রীট, কলিকাতা-6

(ফোন : 55-0660)।

প্রাচীন ভারতবর্ষে বিজ্ঞান-চর্চা

অরুণগরতন ভট্টাচার্য

প্রাচীন ভারতবর্ষে বিজ্ঞান-চর্চার ইতিহাস যেমন গৌরবোজ্জ্বল, তেমনি ঐতিহ্যমণ্ডিত। সে আজকের কথা নয়—ভারতীয় সভ্যতা এবং সংস্কৃতির ধারাবাহিক ইতিহাস পর্যালোচনা করলে আমরা লক্ষ্য করি যে, সেকালেও, বৈদিক সভ্যতার সময়ে তো বটেই—এমন কি, সিদ্ধু সভ্যতার সমসাময়িক কালের সভ্যতার এক অপরিহার্য অঙ্গ হিসাবে ভারতীয় বিজ্ঞান সুস্পষ্ট এবং সুসংবদ্ধরূপে উদ্ভূত, উন্নত এবং সমাজে স্বীকৃত হয়েছিল।

ভারতীয় বিজ্ঞানের সবচেয়ে বড় বৈশিষ্ট্য—তার স্বাভাব্য, স্বনির্ভরতা এবং চিন্তার নবীনতা। একথা ঠিক যে, বিজ্ঞানের যে সব শাখার সঙ্গে ধর্মের যোগ গভীর, সেই শাখাগুলির দিকেই ভারতীয় বিজ্ঞানীদের দৃষ্টি সর্বাগ্রে সবচেয়ে বেশী আকৃষ্ট হয়। কিন্তু ধর্ম কোথাও বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর স্বচ্ছতাকে অস্পষ্ট করে নি। পূজা-পার্বণে গ্রহ-নক্ষত্রের অহুকূল অবস্থান—সেখানে মহাকাশ এবং জ্যোতির্বিজ্ঞান, ধর্মীয় আচার-অনুষ্ঠানে বাগ-যজ্ঞ এবং বেদী নির্মাণ—সেখানে জ্যামিতিক চিত্র এবং বৈজ্ঞানিক অহুসজ্জান এবং সমগ্র জীবনে সত্যতা ও নিষ্ঠার মাত্রা ও স্থান—সেখানে উপযুক্ত মহাজাগতিক পরিবেশ এবং জ্যোতির্বিজ্ঞান ব্যাখ্যান প্রসঙ্গে ভারতীয় বিজ্ঞান ধীরে ধীরে বিকাশ লাভ করে। কিন্তু শুধু ধর্মীয় দিকটিই একমাত্র উল্লেখযোগ্য দিক নয়, উন্নতির মূলে সমস্ত কৃষ্টিসম্পন্ন দেশের মত ভারতবর্ষের ক্ষেত্রেও একটি সামাজিক প্রসঙ্গ আছে। সে প্রসঙ্গ নিঃসন্দেহে তার জীবনযাত্রার মান সহজ ও স্বাচ্ছন্দ্যযুক্ত করার জন্যে। এদের

সকলের মিলিত শক্তিতে ভারতীয় বিজ্ঞান শাখা-পল্লবে ধীরে ধীরে পূর্ণতা লাভ করে।

জ্যোতির্বিজ্ঞান

প্রাচীন ভারতীয় বিজ্ঞানের যে সব শাখা-গুলি বিশেষ উল্লেখযোগ্য, তার মধ্যে সর্বাগ্রে জ্যোতির্বিজ্ঞানের কথা ধরা যাক। শুধু প্রত্যক্ষ পর্যবেক্ষণের সাহায্যে জ্যোতির্বিজ্ঞানের যে সব সত্য সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম হিসাবে ভারতীয় বৈজ্ঞানিকেরা উদ্ভাবন করে গেছেন, তা তৎকালীন পৃথিবীতে শ্রেষ্ঠ এবং এযুগেও সমানভাবে গ্রহণযোগ্য। পূর্বে কেবল করে পৃথিবীর বার্ষিক গতির কাল, অর্থাৎ এক সৌরবর্ষের পরিমাণ স্থগ্ন হিসাবে হলো 365 দিন। কিন্তু নিখুঁত হিসাবে দশমিক সংখ্যায় এযুগে তার নির্ণীত পরিমাণ 365'2564 দিন। প্রাচীন পৃথিবীর দু-জন জ্যোতির্বিজ্ঞানীর কথা উল্লেখ করা যায়। দু-জনেই বিশ্ববন্দিত এবং এযুগেও সমান প্রচেষ্টা, একজন ক্রীসদেনীয়—নাম টলেমী, জন্মেছিলেন খৃষ্টীয় দ্বিতীয় শতাব্দীর প্রথমার্ধে এবং অন্তর্জন ভারতবর্ষীয়—নাম আর্যভট্ট, জন্মেছিলেন সম্ভবতঃ 476 সালে। দু-জনেই এক সৌরবর্ষের পরিমাণ নিখুঁতভাবে নির্ণয় করার চেষ্টা করেছিলেন। তার মধ্যে টলেমী কর্তৃক নির্ণীত পরিমাণ 365'263 এবং আর্যভট্ট কর্তৃক নির্ণীত সংখ্যা 365'258; অর্থাৎ আর্যভট্টের গণনা সঠিক সময়ের অনেক কাছাকাছি।

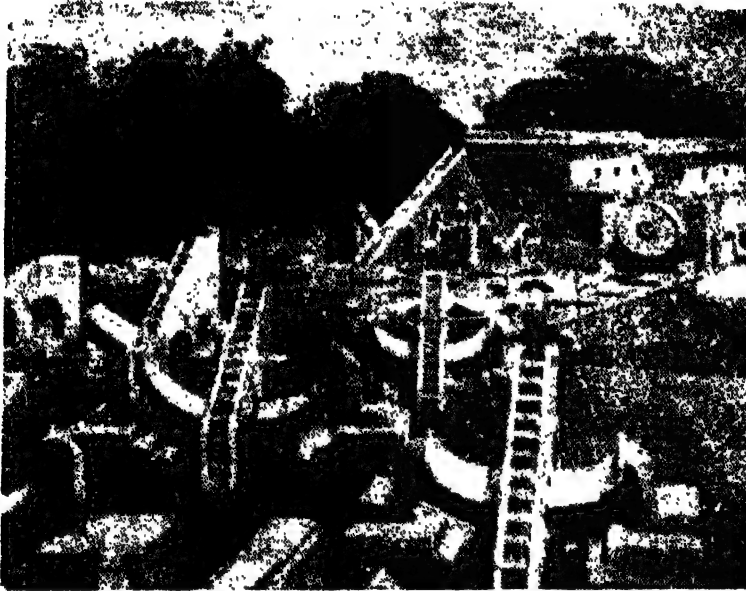
আর্যভট্টের পূর্বেও ভারতীয় জ্যোতির্বিজ্ঞা আলোচনার কিছু কিছু উল্লেখযোগ্য পরিচয় পাওয়া যায়। এই পরিচয় গ্রহনির্ভর। প্রাচীন ভারতবর্ষে বতগুলি জ্যোতির্বিজ্ঞা বিবরক গ্রহের

সম্মান মিলে, তন্মধ্যে বেদাঙ্গ জ্যোতির প্রাচীনতম। এটি বেদের অঙ্গস্বরূপ পরিশিষ্ট গ্রন্থ, রচনাকাল সম্ভবতঃ 1200 খৃষ্টপূর্বাব্দ। এটিতে পাঁচ বছরে এক যুগ ধরে একটি কাল বিভাগের ধারা বর্ণিত আছে।

বৈদিক যুগে এবং তৎপরবর্তী কালে জ্যোতি-বিজ্ঞান আরও অনেকগুলি সিদ্ধান্ত ও সংহিতা গ্রন্থের পরিচয় পাওয়া যায়। কিন্তু জ্যোতির্বিজ্ঞান

তথ্য পাশ্চাত্য দেশে নিকোলাওস কোপের্নিকাস (1473-1543 খৃঃ), জিওর্দানো ব্রনো (1548-1600 খৃঃ) এবং গ্যালিলিও গ্যালিলিয়ার (1568-1642 খৃঃ) প্রায় সাত শত বছর পূর্বে ভারতবর্ষে আর্ঘভট্টই সূক্ষ্মাঙ্গ তাহার এবং প্রত্যয়ের সঙ্গে গীতিকাশাধ গ্রন্থশেষে ব্যক্ত করেন।

পৃথিবী যে পূর্বদিকে আবর্তনরত এবং সেই কারণেই যে সূর্য-চন্দ্র-গ্রহ-নক্ষত্র দৈনিক পশ্চিমে



মহারাজা জয়সিংহ কর্তৃক স্থাপিত (সম্ভবতঃ 1734 খৃঃ) জয়পুরের বিখ্যাত মান মন্দিরের রেখাচিত্র। যন্ত্রগুলি অতি প্রাচীন নয়। কিন্তু দূরবীক্ষণ যন্ত্র আবিষ্কারের পূর্বে ভারতবর্ষে জ্যোতির্বিজ্ঞানের চর্চায় যে সব যন্ত্রের ব্যবহার ছিল, সেগুলির উপর ভিত্তি করেই এই মানমন্দির নির্মিত।

পূর্ণতর বৈজ্ঞানিক আলোচনার সূত্রপাত হয় আর্ঘভট্টের সময়ে, দ্বিতীয় পঞ্চম শতাব্দীর শেষার্ধ্বে বা সমসাময়িক কালে। বিভিন্ন গ্রহ-উপগ্রহের সঠিক আবর্তন-কাল নির্ণয় করা ছাড়াও আর্ঘভট্ট অঙ্গম বৈজ্ঞানিক সত্য সর্বসমক্ষে উপস্থাপিত করে সকলের দৃষ্টি আকর্ষণ করেন।

পৃথিবীর গতি ও আবর্তন সংক্রান্ত বিভিন্ন

ধাবমান বলে মনে হয়, আর্ঘভট্ট একটি শ্লোকে সে কথা উল্লেখ করেন। তিনি বলেন :

অমলোমগতির্নৌহ পশ্চাত্যচলং বিলোমগং যদ্বৎ।

অচলানি তানি তদ্বৎ সম পশ্চিমগানি লক্ষ্যাম ॥

অর্থাৎ, পূর্ব দিকে চলমান নৌকার উপবিষ্ট

জন যেমন নদীর দুই পারের অচল বৃক্ষ এবং

পর্বত পশ্চিম দিকে ধাবমান দেখেন, তেমনি লঙ্কার* স্থির নক্ষত্রগুলিকে পশ্চিম দিকে গতিশীল দেখায়।

তাছাড়া কোণারনিকাসের জন্মের প্রায় দু-হাজার বছর পূর্বে রচিত ঐতরেয় ব্রাহ্মণ (৩য় পক্ষিকা, ৪৪ অধ্যায়) এবং বিষ্ণুপুরাণে (দ্বিতীয় অংশ, অষ্টম অধ্যায়) দিন-রাত্রি ভেদের কারণ সম্পর্কেও স্পষ্ট উল্লেখ আছে। পৃথিবী যে গোলাকার, একথাও বৈদিক ঋষিরা অবগত ছিলেন এবং পরবর্তী কালে দ্বিতীয় ভাস্করাচার্য (জন্ম ১১১৪ খৃঃ) সিদ্ধান্ত শিরোমণি গ্রন্থে তা নির্দিষ্ট করেছেন। শুধু তাই নয়, পৃথিবী গোলাকার হওয়া সত্ত্বেও কেন তাকে সমতল দেখায়, এই বিষয়ে ভাস্করাচার্য সূর্যের একটি উপমা দিয়ে বলেন যে, একটি বুকের পরিধির শত ভাগের এক ভাগকে যেমন সমান বোধ হয়, তেমনি মানুষ পৃথিবীর পৃষ্ঠ থেকে পৃথিবীর ব্যাসামাত্র অংশ দেখতে পায় বলে তাকে সমতল দেখায়।

এসব ছাড়াও ভারতীয় জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা আরও অনেকগুলি তথ্যের সঙ্গে পরিচিত ছিলেন। তাঁরা সূর্য ও চন্দ্রগ্রহণের কারণ বুঝেছিলেন, চন্দ্রের সঠিক ব্যাস নির্ণয় করেছিলেন। বৈষ্ণবের অবস্থান জানতেন এবং অধিকাংশ তারকার গতি-প্রকৃতি সম্পর্কে সচেতন ছিলেন। তাঁরা আরও জানতেন যে, চন্দ্র ও গ্রহগুলির ওজ্জ্বল্য তাদের আপন আলো বিচ্ছুরণের ফল নয়—সূর্যের আলোর প্রতিফলনই তাদের ওজ্জ্বল্যের মূল কারণ।

পাটীগণিত

জ্যোতির্বিজ্ঞানের সঙ্গে সঙ্গে ভারতবর্ষে গণিত সংক্রান্ত অল্প যে শাখাটি সবচেয়ে বেশী পরিণতি লাভ করেছিল, সেটি হলো পাটীগণিত। পাটীগণিতে ভারতীয়দের সবচেয়ে বড় কৃতির শূভ

উদ্ভাবন এবং দশমিক সংখ্যা পাতন পদ্ধতির আবিষ্কার। সমস্ত গণিতের ইতিহাসে এটি নিঃসন্দেহে মহত্তম কীর্তি। অনন্তিহকে রূপদান করা এবং তাকে ব্যবহারোপযোগী অসাধারণ শক্তিতে প্রতিষ্ঠা করা সহজ কথা নয়—আমাদের আদি যুগের পূর্বপুরুষেরা সেই অসাধ্য সাধন করে গণিতের জগতে এক অতি বিশিষ্ট আসন লাভ করেছিলেন।

দশমিক সংখ্যা পাতন পদ্ধতিতে ব্যবহৃত সংখ্যাগুলি এই যুগেও আরব দেশীয় সংখ্যা নামে প্রচলিত। এই আখ্যা নিঃসন্দেহে ভুল। আরব দেশ থেকে ইউরোপে প্রচারিত হয় বলে আজ সমগ্র পৃথিবীতে এই সংখ্যাগুলি সেকালের ইউরোপীয় চিন্তায় আরব দেশীয় সংখ্যা হিসাবে পরিচিত। কিন্তু আরব দেশে দশমিক সংখ্যা-পদ্ধতির সংখ্যাগুলির প্রথম ব্যবহারের (৪৭৩ খৃঃ) প্রায় এক হাজার বছর পূর্বে মহারাজা অশোকের শিলালিপি (২৫৬ খৃঃ) সংখ্যাগুলির প্রাথমিক ব্যবহার লক্ষ্য করা যায়। শূভ্রকে সংখ্যা হিসাবে ব্যবহার এবং প্রতীকের সাহায্যে রূপদান করার প্রথম স্পষ্ট পরিচয় পাওয়া যায় পিডলের হুন্ড সূত্র নামক গ্রন্থটিতে। হুন্ড সূত্রটি খৃষ্টপূর্ব দ্বিতীয় শতাব্দী বা ঐ সময়কার রচনা।

দশমিক পদ্ধতিতে সংখ্যা-লিখন প্রণালী কবে প্রথম ভারতে আবিষ্কৃত হয়, তা নির্ণয় করা কঠিন। কিন্তু খৃষ্টীয় পঞ্চম শতাব্দীতে আর্যভট্টের সমাময়িক কালে ভারতবর্ষে এটির ব্যাপক প্রচলন লক্ষ্য করা যায়।

প্রাচীন ভারতবর্ষে যোগ, বিয়োগ, গুণ, ভাগ বর্গ, ঘন, বর্গমূল, ঘনমূল—পাটীগণিতের প্রাথমিক এই আট রকমের প্রণালী প্রচলিত ছিল এবং প্রতিটি পদ্ধতিই ছিল সহজ ও সাধারণের গ্রহণযোগ্য। ইউরোপে পঞ্চদশ—এমন কি, ষোড়শ শতাব্দীতে ভাগ একটি দুঃসাধ্য প্রক্রিয়া ছিল, যা তার

*এযুগে যেমন জীনিচকে, প্রাচীন কালে লঙ্কাকে তেমনি পৃথিবীর কেন্দ্রবল ধরা হতো।

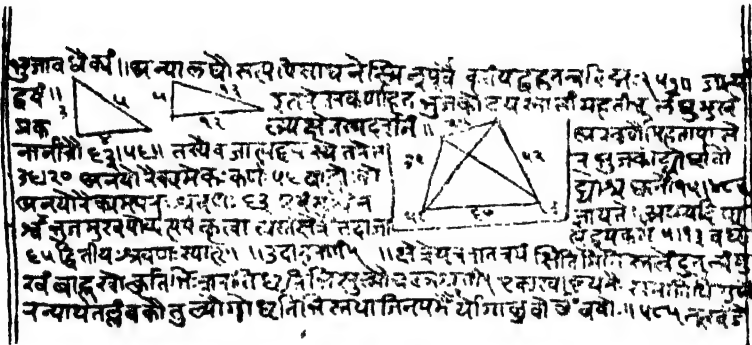
সহস্রাব্দিক বছর পূর্বের ভারতবর্ষে গণিতের এক অতি সাধারণ প্রণালী হিসাবে গণ্য হতো। সাধারণ উৎপাদক অপসারণের সাহায্যে ভাগকল নির্ণয় এবং ভাগকল নির্ণয়ের বর্তমান প্রচলিত পদ্ধতি ছুটিই ভারতবর্ষে আবিষ্কৃত হয়েছিল।

গণিতে ত্রৈরাশিক পদ্ধতিটিও ভারতের আবিষ্কার। ঠিক কোন সময়ে পদ্ধতিটি আবিষ্কৃত হয়, তা বলা কঠিন, তবে খৃষ্টীয় তৃতীয়-চতুর্থ শতাব্দীর বঙ্গশ্রীতে পুঁথিতে সর্বপ্রথম এটির ব্যবহার লক্ষ্য করা যায়।

যাণ প্রসঙ্গে আমরা সংখ্যার কনিষ্ঠতম অংশ-গুলিকে লক্ষ্য করি। খৃষ্টপূর্ব প্রথম শতাব্দীর ললিতবিস্তর নামে একটি বিখ্যাত বৌদ্ধ গ্রন্থে দৈর্ঘ্য বিভাজনের একটি শ্রেণীর উল্লেখ করা হয়েছে। এটিতে দৈর্ঘ্যের কনিষ্ঠতম ভাগ হিসাবে যে এককটিকে কল্পনা করা হয়েছে, তার নাম পরমাণু—পরিমাণে এটি 1.3×7^{-10} ইঞ্চি।

বীজগণিত, জ্যামিতি ও ত্রিকোণমিতি

গণিতের জগতে বীজগণিত, জ্যামিতি ও



বিশ্ববিস্তৃত ভারতীয় গাণিতিক দ্বিতীয় ভাস্করাচার্যের (জন্ম—1114 খৃঃ) লীলাবতীর একটি অংশ চিত্র। চিত্রটি 1600 খৃষ্টাব্দের একটি পুঁথি থেকে গৃহীত। মূল রচনাকাল 1150 খৃষ্টাব্দ।

বিরাট সংখ্যাসমূহের নামকরণ ও কল্পনা বৈদিক যুগের ভারতীয়দের আর একটি উল্লেখযোগ্য কীর্তি। খৃষ্টপূর্ব চতুর্থ শতাব্দীতে যে সময়ে প্রাচীন গ্রীকেরা 10,000 এবং রোমানেরা 1,000 পর্যন্ত সংখ্যা গণনার অভ্যস্ত ছিলেন, ভারতীয়েরা সে সময়ে পরাধ (100,000,000,000,000) পর্যন্ত সংখ্যা সহজে গণনা এবং স্পষ্টভাবে ব্যক্ত করতে পারতেন। বজ্রবেদ সংহিতা, মৈত্রায়নী সংহিতা প্রভৃতি গ্রন্থে বৃহৎ সংখ্যার বিভিন্ন এককগুলি বর্ণিত আছে।

কুজ সংখ্যার চিত্রাও ভারতীয় গণিতে আছে। কালবিভাজন, ওজনের পরিমাণ, দৈর্ঘ্যের পরি-

ত্রিকোণমিতি—এই তিনটি বিভাগেও ভারতীয়েরা আশ্চর্য সাফল্য লাভ করেছিলেন। তার মধ্যে বীজগণিতের কথা বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। বীজগণিতে ভারতবর্ষের সঙ্গে সঙ্গে আর একটি দেশেরও অসাধারণ উন্নতি লক্ষ্য করা যায়—দেশটির নাম গ্রীস। এই ছুটি দেশেই বীজগণিতের চর্চা নিরপেক্ষভাবে হয়েছিল, না একে অভ্যস্ত উপর নির্ভরশীল ছিল—এই বিষয়ে সকলের মনেই কোতূহল থাকার আভাবিক। গণিতের ঐতিহাসিকেরা বলছেন যে, বীজগণিতের ইংরেজী প্রতিশব্দ অ্যালজেব্রার আরবি শব্দ (অ্যাল-জাব্র অর্থাৎ স্থিরকরণ) লক্ষ্য করলে এই সম্পর্কে

কৌতূহল নিরসন হবে এবং এই সিদ্ধান্তে আসা বাবে যে, গ্রীসে বীজগণিত স্বতঃউৎসারিত নয়, বরং আরব দেশ থেকে গ্রীসে বীজগণিত ক্রমে ক্রমে প্রসাধ লাভ করে এবং একথা বিতর্কের উদ্দেশ্যে যে, আরব দেশ থেকে যে বীজগণিত গ্রীস দেশে স্থানান্তরিত হয়েছিল, তার উৎপত্তিস্থল নিঃসন্দেহে ভারতবর্ষে ছিল।

ভারতীয় বীজগণিতে বাদ্যের অবদান সবচেয়ে বেশী, তাঁরা হলেন আর্ষভট্ট, ব্রহ্মগুপ্ত, দ্বিতীয় ভাস্করাচার্য এবং শ্রীধরাচার্য। আর্ষভট্ট এবং ব্রহ্মগুপ্ত প্রধানতঃ জ্যোতির্বিজ্ঞানী এবং জ্যোতির্বিজ্ঞানের বিভিন্ন গণনার সঠিক ফলাফল নির্ণয়ের জন্তে তাঁদের প্রচেষ্টাতেই গণিতের বীজগণিত শাখাটি অনেকাংশে পূর্ণতা লাভ করেছিল। মূলতঃ গাণিতিক হিসাবে পরিচিত ভাস্করাচার্য বীজগণিতের ক্ষেত্রে কয়েকটি উল্লেখযোগ্য আবিষ্কার করেছিলেন। তিনি সম্ভবতঃ বর্গমূল নির্ণয়ের চিহ্নটি এবং বীজগণিতের আরও কয়েকটি চিহ্নের উদ্ভাবক ছিলেন। যে কোন দ্বিঘাত সমীকরণের মূল নির্ণয় করার বর্তমান প্রচলিত পদ্ধতিটি শ্রীধরাচার্যের আবিষ্কার। তাছাড়া বীজগণিতের ক্ষেত্রে তাঁর আরও কয়েকটি উল্লেখযোগ্য অবদান আছে।

ভারতীয় বিজ্ঞানীরাই প্রথম ঋণাত্মক সংখ্যার চিন্তা করেন—এই ঋণাত্মক সংখ্যাই ভারতীয় বীজগণিতের এক বিশেষ উল্লেখযোগ্য পরিচয় এবং এটি ছাড়া বীজগণিতের মূল প্রতিষ্ঠা করা কোন দিনই সম্ভব ছিল না। ভারতীয় গাণিতিকেরা সমস্যা এবং বিজ্ঞানসের বিভিন্ন সূত্র আবিষ্কার করেছিলেন। তাঁরা ২—এই সংখ্যাটির বর্গমূল নির্ণয় করেন এবং অষ্টম শতাব্দীতে বিভিন্ন অনির্ণয় দ্বিঘাত সমীকরণগুলি সমাধান করেন। এই দ্বিঘাত সমীকরণগুলির সমাধান পদ্ধতি প্রায় হাজার বছর পরে ইউরোপে বিখ্যাত গাণিতিক অরলারের (Euler) সমস্যাময়িক কালে আবিষ্কৃত হয়।

জ্যামিতিতেও ভারতীয়দের দান উপেক্ষার নয়। বৈদিক যুগে যজ্ঞের বেদী নির্মাণের জন্তে বর্গক্ষেত্র, আরতক্ষেত্র, ত্রিভুজ, চতুর্ভুজ প্রভৃতি ঋতুরেখ গঠন এবং তার পরিমাণ, গনমান নির্ণয় করার প্রয়োজন ছিল। তাছাড়া সামন্তরিক, রথাস, বৃত্ত ও উপবৃত্ত সম্বন্ধেও পরিণত চিন্তার প্রকৃষ্ট পরিচয় পাওয়া যায়।

ভারতীয় জ্যামিতির পুস্তক হিসাবে বোধায়ন ও আপস্তম্বের শুধুশূত্রের নাম করা চলতে পারে। এগুলির রচনার কাল কিছুটা অনির্দিষ্ট। তবে খৃষ্টপূর্ব অষ্টম শতাব্দীর সমস্যাময়িক কালে এগুলি রচিত হয়েছিল বলেই ঐতিহাসিকদের বিশ্বাস। এই শুধুশূত্রগুলির মধ্যেই তৎপরবর্তী কালের পিথাগোরাসের (খৃষ্টপূর্ব ষষ্ঠ শতাব্দী) বিখ্যাত উপপাত্তটির সুস্পষ্ট উল্লেখ আছে। বোধায়নে বলা হয়েছে, সমচতুরশ্রুতাক্ষরারজ্জুদ্বিস্তাবতীং ভূমিং কয়োতি—সমচতুর্কোণের কর্ণের উপর অঙ্কিত বর্গক্ষেত্রের আরতন ঐ চতুর্কোণের দ্বিগুণ এবং দীর্ঘচতুরশ্রুতাক্ষরারজ্জুপার্শ্বোমানো তির্ধঙমানোচ বৎ পৃথগ্ভূতে কুরুতস্তত্বতং কয়োতি—দীর্ঘ চতুর্কোণের কর্ণের উপর অঙ্কিত বর্গক্ষেত্রে চতুর্কোণের পাশের ও নীচের দুই বাহুর অঙ্কিত দুটি বর্গক্ষেত্রের সমষ্টির সমান। উপরের উল্লিখিত মধ্যে পিথাগোরাসের উপপাত্তের সম্পূর্ণ পরিচয় মেলে।

পিথাগোরাসের পরবর্তী কালে আর্ষভট্ট তাঁর গ্রন্থে বৃত্ত ও ত্রিভুজের বিশেষত্ব সম্বন্ধে অনেক মৌলিক আলোচনা করেন। প্রাচীন কালের ভারতীয়েরা ত্রিভুজের ক্ষেত্রফলের সমান বর্গক্ষেত্র, একটি বর্গক্ষেত্রের দ্বিগুণ, তিন গুণ বা অর্ধেক ও এক-তৃতীয়াংশের সমান বর্গক্ষেত্র এবং বর্গক্ষেত্রের ক্ষেত্রফলের সমান ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট বৃত্ত অঙ্কনে পারদর্শী ছিলেন।

ত্রিকোণমিতিতেও ভারতবর্ষে কতকগুলি গুরুত্বপূর্ণ আবিষ্কার হয়েছিল—এগুলির মধ্যে বিশেষ উল্লেখযোগ্য সাইন (Sine) প্রক্রিয়া। এটি এক

যুগান্তকারী উদ্ভাবন, সমস্ত গণনার জগতে এখনও বার নিত্য ব্যবহার। আর্কভট্ট এই সাইন প্রক্রিয়াকে জ্যা-অর্ধ নাম দেন এবং পরে সংক্ষিপ্ত রূপে জ্যা বলেন। আরও বহু বিষয়ের মত আরবীয়েরা ভারতবর্ষ থেকে এই বিষয়ে শিক্ষালাভ করেন এবং দ্বাদশ শতাব্দীতে এটি ইউরোপে প্রচারিত হয়।

ত্রিকোণমিতিতে আর একটি উল্লেখযোগ্য বিষয় বৃত্তের ব্যাস ও পরিধির অনুপাত। এটি একটি ধ্রুবক অর্থাৎ অপরিবর্তনীয় সংখ্যা। পাঁচ দশমিক স্থান পর্যন্ত এটির মান 3.14159। প্রাচীন কালের পৃথিবীর বিভিন্ন প্রান্তের গাণিতিকেরা এই ধ্রুবকের মান নির্ণয়ের চেষ্টা করেন। তার মধ্যে আর্কভট্ট কতৃক নির্ণীত মান অনেকগুলি দশমিক স্থান পর্যন্ত শুদ্ধ।

পদার্থবিজ্ঞান ও রসায়ন-বিজ্ঞান

পদার্থবিজ্ঞান ভারতীয় চিন্তা বিশেষভাবে উল্লেখ করবার মত। মাধ্যাকর্ষণ শক্তির আবিষ্কারক হিসাবে এয়ুগে নিউটন জগদ্বিখ্যাত। একথা ঠিক যে, নিউটন মাধ্যাকর্ষণকে সূত্রাকারে অক্ষান্তের ভিত্তিতে সর্বপ্রথম লিপিবদ্ধ করেন, কিন্তু পৃথিবীর আকর্ষণে সমস্ত ভারী বস্তুই যে পৃথিবীর দিকে আকৃষ্ট হয়, একথা নিউটনের পূর্বের ভারতীয় জ্যোতির্বিদদের অজ্ঞাত ছিল না। দ্বিতীয় ভাস্করাচার্যের সিদ্ধান্ত শিরোমণি গ্রন্থে স্পষ্টতঃ উল্লেখ আছে যে :

আকৃষ্টি শক্তিস্ত মহী তরা বৎ

ধনুঃ গুরু ভাতিধুঃ সশক্ত্যা।

আকৃষ্যতে তৎ পততীব ভাতি'

সমে সমস্তাৎ ক পতত্বিরং থে ॥

আকর্ষণ শক্তিসম্পন্ন পৃথিবী যখন উপস্থিত শুদ্ধ বস্তুকে আপন শক্তির সাহায্যে নিজের দিকে আকর্ষণ করে, তখন মনে হয় যে, ঐ সকল বস্তু ভূপৃষ্ঠেই আছে—সহজবোধ্য এই

এই স্লোকটির প্রথম তিন পংক্তিতে ভারতীয় জ্যোতির্বিজ্ঞানীদের পৃথিবীর আকর্ষণ শক্তি সংক্রান্ত সুস্পষ্ট ধারণা সম্পর্কে সংশয়ের কোন অবকাশ থাকে না। এই উদ্ধৃতির শেষ পংক্তিতে জ্যোতির্বিজ্ঞানের একটি গুরুত্বপূর্ণ সত্যকে ব্যক্ত করা হয়েছে। এটি শূন্যে ভাসমান পৃথিবী সম্পর্কে। এটিতে বলা হচ্ছে যে, পৃথিবী সকল দিকে সমান আকর্ষণে আবদ্ধ অর্থাৎ বিভিন্ন শক্তির বলে মহাকাশে পৃথিবীর অবস্থান সুনির্দিষ্ট। বিভিন্ন শক্তি এখানে গ্রহ, নক্ষত্র, চন্দ্র, সূর্যের আকর্ষণ শক্তি, যাদের মিলিত কলে মহাশূন্যে কেবলমাত্র পৃথিবী নয়, ব্রহ্মাণ্ডের বিভিন্ন জ্যোতিষ্কই শূন্যে ভাসমান এবং আপন কক্ষপথে স্থির।

পদার্থ-বিজ্ঞানের আর একটি উল্লেখযোগ্য অবদান—সাদা আলোর বিশ্লেষণ। সূর্যের আলো যে রামধনুর সাতটি রঙে বিভিষ্ট হবার শক্তি রাখে, পাশ্চাত্য দেশে এয়ুগে এই সত্য নিউটনের আবিষ্কার। কিন্তু ঋক্ সংহিতায় সূর্যের সপ্ত-রশ্মির কথাই উল্লেখ আছে। তাছাড়া সূর্যের এক পৌরাণিক নাম সপ্তাখ—সাতটি অখরাবহিত রথে সূর্য আপন পথ পরিক্রমণ করেন। পুরাণে এই জাতীর এক কল্পনা থেকে সপ্তাখ নামকরণ হয়। এখানে মনে করা অসম্ভব নয় যে, সূর্যের বিভিষ্ট সাতটি রঙের ভারতীয় ঋষিদের পরিচয় ছিল বলেই সূর্যের প্রতীক অখের সংখ্যা রঙের সংখ্যা সাতে নির্দিষ্ট ছিল।

ভারতীয় পদার্থবিজ্ঞান আরও কতকগুলি বিশিষ্ট চিন্তার পরিচয় আছে, যেগুলির সঙ্গে গ্রীক চিন্তার সাদৃশ্য লক্ষ্য করা যায়। বৈশেষিক দর্শনের প্রতিষ্ঠাতা কণাদ বিশ্বাস করতেন যে, পৃথিবীতে বস্তু রকমের পদার্থ আছে, অগ্নিও আছে তত রকমের এবং সেই অগ্নিগুলির সাহায্যে পৃথিবী গঠিত হয়েছে। জৈন পণ্ডিতদের প্রাসঙ্গিক ধারণার সঙ্গে গ্রীক দার্শনিক ডেমো-ক্ৰিটাসের চিন্তার গভীর মিল উল্লেখ করবার

মত। জৈন পণ্ডিতেরা বলেছেন, বিভিন্ন পদার্থের সমস্ত অণু একই ধরণের, কেবল বিজাতীয় মিলনে বিভিন্ন কলের সৃষ্টি। কণাদের আরও দু-একটি সিদ্ধান্ত বিশেষ পাণ্ডিত্যপূর্ণ। তাঁর অতিমত, আলো এবং উত্তাপ একই শক্তির রূপান্তর মাত্র। নিউটনের মত ভারতীয় দার্শনিক বাচস্পতি বলেছেন যে, আলো পদার্থের ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণা-বিশিষ্ট এবং তা সরল রেখায় এসে চোখে আঘাত করে' তাকে উত্তেজিত করে।

এরূপের মেরিনাস' কম্পাসের মত খৃষ্টীয় প্রথম শতাব্দীর ভারতবর্ষেও লৌহ-মৎস্তেরও পরিচয় পাওয়া যায়। এটি উত্তরমুখীন হয়ে একটি তৈলা-ধারে ভাসমান থাকতো।

প্রাচীন ভারতীয় বিজ্ঞান-চর্চার ইতিহাসে রসায়নের কথাও বিশেষভাবে উল্লেখ করা চলতে পারে। ভারতবর্ষে রসায়নের বিকাশ প্রধানতঃ দুটি কারণে—প্রথমটি চিকিৎসা-বিজ্ঞানের প্রয়োজনে, দ্বিতীয়টি শিল্পের প্রয়োজনে। কিন্তু কারণ নির্ণয়ই মূল কথা নয়, আসল বস্তুব্য এই যে, রসায়নে ভারতীয় ব্যুৎপত্তি বিস্ময়কর এবং এখনও ভারতীয় স্থাপত্যকার্যে এবং শিল্পকলায় তার নিদর্শন রয়েছে। প্রাচীন ভারতবর্ষে মরচেবিহীন লৌহ নির্মাণে ভারতীয় রসায়নবিদেরা যে চূড়ান্ত উৎকর্ষের পরিচয় দিয়েছেন, তা সমস্ত পৃথিবীতে ভুলনারহিত। দিল্লীর কুতুবমিনারের নিকটবর্তী লৌহস্তম্ভ হিন্দুদের অতীত জ্ঞানের উজ্জল স্বাক্ষর। গুপ্ত সম্রাটের সময়ে ভারতবর্ষে রসায়নসংক্রান্ত নানা শিল্পের বিশেষ উন্নতি হয়। কাচ-শিল্প, সাবান নির্মাণ, রজন-শিল্প, চর্মশিল্প এবং সিমেন্ট-নির্মাণ সম্বন্ধে ভারতীয় শক্তির উল্লেখযোগ্য পরিচয় পাওয়া যায়। ঐতিহাসিক প্লিনি প্রথম শতাব্দীতে বলেছেন যে, সেই সময়ে সবচেয়ে উৎকৃষ্ট কাচ ভারতবর্ষেই তৈরি হতো। খৃষ্টপূর্ব দ্বিতীয় শতাব্দীতে ভারতীয় রসায়নবিদ নাগার্জুন পারদের উপরেই একখানি সম্পূর্ণ গ্রন্থ রচনা করেন।

বৈদিক যুগে ভারতীয়েরা স্বর্ণালঙ্কার ব্যবহারে অত্যন্ত ছিলেন। ছানোগ্য উপনিষদে সোনা, রূপা, লোহা, তিন ও সীসা—এই পাঁচটি ধাতুর উল্লেখ পাওয়া যায়। কোটিল্যের অর্থশাস্ত্রে এগুলি ছাড়াও তামা ও পারদের উল্লেখ আছে। যনি থেকে ধাতু নিষ্কাশন এবং রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় তাকে বিভক্ত করে ব্যবহারের উপযোগী করা—এই দুটি ব্যবহারিক বিজ্ঞান খৃষ্টের জন্মের পূর্বেই ভারতীয়েরা যে বিশেষ উন্নতি লাভ করে-ছিলেন, গ্রীক দ্রুত মেগাস্থিনিসের বিবরণ এবং কোটিল্যের অর্থশাস্ত্র থেকে সে কথা জানা যায়। শেখোক্ত গ্রন্থে এটির বিস্তৃত বিবরণ দেওয়া হয়েছে।

খৃষ্টীয় ষষ্ঠ শতাব্দীর মধ্যেই ইউরোপের ভুলনার ভারতবর্ষ শিল্পে ব্যবহার্য রাসায়নে অনেক বেশী উন্নত হয়েছিল। ঐ সময়ের পূর্বেই ভস্মীকরণ (Calcination), অধঃপাতন (Distillation), স্বেদন (Steam distillation), উদ্বঃপাতন (Sublimation) এবং স্তম্ভন (Fixation) প্রভৃতি প্রসিদ্ধ রাসায়নিক প্রক্রিয়া সম্বন্ধে ভারতীয়েরা যথেষ্ট জ্ঞানলাভ করেছিলেন।

চিকিৎসাবিজ্ঞান ও শল্যচিকিৎসা

ভারতীয় বিজ্ঞানের বিভিন্ন পরিমণ্ডলের মধ্যে চিকিৎসাবিজ্ঞান সংক্রান্ত শাখাটি রীতিমত প্রাচীন এবং অতিশয় গৌরবমণ্ডিত। খৃষ্টপূর্ব ষষ্ঠ শতাব্দীতে চিকিৎসাবিদ্যক বিভিন্ন ভারতীয় আলোচনার শারীরিক নানা অংশের সুস্পষ্ট এবং উল্লেখযোগ্য পরিচয় পাওয়া যায়। খৃষ্টপূর্ব সময়কার চিকিৎসকেরা অ্যারিস্টটলের মত ভুল করে হৃদয়কেই চেতনা নির্ণায়ক যন্ত্র হিসাবে মনে করেছিলেন, কিন্তু তাঁরা নিখুঁতভাবে পরিণাক প্রণালীর স্তরগুলি অবগত ছিলেন। তাঁরা পাকস্থলীতে খাদ্যনিঃসৃত রসের বিভিন্ন কার্যকলাপ জানতেন এবং পরিণতিতে তা যে রক্তে রূপান্তরিত হয়, সে বিষয়েও সচেতন ছিলেন। ওয়েজম্যানের (Weismann)

প্রায় 2400 বছর পূর্বে আত্মের উল্লেখ করেছেন যে, পিতৃজ শুক্রাণু দেহ-অনবদীন এবং নিজের সংক্ষিপ্ত চেহারা মধ্য পিতার শারীরিক বৈশিষ্ট্য রক্ষা করে। সেকালে বিবাহের পূর্বে পুরুষদের পৌরুষ পরীক্ষাও বৃত্তিযুক্ত বিবেচিত হতো। সেই প্রাচীন কালেই, প্রায় খৃষ্টপূর্ব পঞ্চম শতাব্দীতে কোন কৃত্রিম সাহায্য না নিয়ে ঋতুচক্রকে অবলম্বন করে জন্ম-নিয়ন্ত্রণের কথা উল্লেখ করা হয়েছে।

ভারতীয় চিকিৎসাবিজ্ঞান প্রথম পরিচয় পাওয়া যায় অথর্ব বেদে। এতে চিকিৎসা-শাস্ত্রকে অনেকটা ম্যাজিকের অনুরূপ দেখানো হয়েছে। তাছাড়া এটিতে রোগের তালিকা, রোগের বিভিন্ন লক্ষণ এবং ভেষজ পদ্ধতিতে রোগ নির্ণয়ের প্রক্রিয়ার বিষয় বর্ণিত আছে। ঋগ্বেদে জলকেই সর্ব-রোগের মহত্তম ঔষধ হিসাবে বর্ণনা করা হয়েছে।

ভারতীয় চিকিৎসাশাস্ত্রের সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য মাম চরক (সম্ভবতঃ দ্বিতীয় শতাব্দী) এবং সুশ্রুত (খৃষ্টপূর্ব পঞ্চম শতাব্দী)। সুশ্রুতের গুরু ছিলেন ধৃবস্ত্রি—ভারতীয় চিকিৎসাবিজ্ঞান এটিও একটি অরণ্যযোগ্য নাম। চরক এবং সুশ্রুত কর্তৃক রচিত বথাক্রমে চরক সংহিতা এবং সুশ্রুত সংহিতা আয়ুর্বেদের দুটি অতি উল্লেখযোগ্য গ্রন্থ। চরকে অস্ত্রচিকিৎসার কথা নেই এবং সুশ্রুতে সে কথা বিশেষ করে উল্লেখ করা হয়েছে।

সুশ্রুত সংহিতার মোট 1120 রকমের রোগের বিষয় বর্ণিত আছে। রোগ নির্ণয়ের জন্তে সুশ্রুত বহুগুলি পদ্ধতির কথা বলেন, তার মধ্যে হৃদযন্ত্রের শব্দ শুনে রোগ পরীক্ষার কথাও আছে। নাড়ী দেখার কথা 1300 সালের একটি গ্রন্থে বর্ণিত আছে। এভাবে রোগ নির্ণয় সম্ভবতঃ পারস্ত থেকে ভারতবর্ষে এসেছে। ব্রহ্ম পরীক্ষাও ছিল রোগ নির্ণয়ের একটি প্রকৃষ্ট পদ্ধতি। হিউয়েনসাংয়ের সময়ে রোগীকে সর্বাত্মক সাত দিন উপবাসে রেখে রোগের চিকিৎসা করা হতো। এই উপবাসেই অধিকাংশ রোগ দূরীভূত হতো। তা না হলে

ঔষধের ব্যবহার—তাও পরিমিত পরিমাণে। রোগ নিয়ন্ত্রণের জন্তে মূলতঃ নান, আহার এবং বাহ্যিক প্রক্রিয়াগুলির উপরেই গুরুত্ব দেওয়া হতো সবচেয়ে বেশী। ভারতবর্ষে 550 সালে ইজেক্সনের প্রচলন লক্ষ্য করা যায়। ইউরোপে অষ্টাদশ শতাব্দীর পূর্বে এটি সম্পূর্ণ অজ্ঞাত ছিল।

শল্যচিকিৎসার ক্ষেত্রে অস্ত্রোপচারে সে কালে কমবেশী 127 রকমের যন্ত্র ব্যবহৃত হতো। যন্ত্র-গুলি অত্যন্ত দক্ষতার সঙ্গে নির্মিত। একটি চুলকে লম্বালম্বিতাবে কাটতে পারে, এমনি ধারালো অস্ত্র শল্যচিকিৎসার উপযুক্ত অস্ত্র বলে বিবেচিত হতো।

তাছাড়া ভারতীয় চিকিৎসাবিজ্ঞান তাল অস্ত্রচিকিৎসকের লক্ষণও দেওয়া আছে :—যে অস্ত্র-চিকিৎসকের বল, ক্ষিপ্ৰতা, তীক্ষ্ণ অস্ত্র, পরিশ্রমে ঘর্মহীনতা, অস্ত্রের কম্পনশূন্যতা এবং ত্রণের পতাপকাদি অবস্থা নিরূপণে জ্ঞান আছে, এরূপ ব্যক্তিই অস্ত্রচিকিৎসার কার্যে প্রশস্ত। শল্য-চিকিৎসার সাফল্যের জন্তে শব্দব্যবচ্ছেদের কথাও সুশ্রুত সংহিতায় বর্ণিত আছে। ছিন্ন নাসিকার অস্ত্রোপচার করে স্বাভাবিক করবার পদ্ধতি সুশ্রুতই সর্বপ্রথম আবিষ্কার করেন। এটি হলো একালের Rhinoplasty, বর্তমান চিকিৎসা-বিজ্ঞানে যা সর্বত্র প্রচলিত। সুশ্রুত এবং চরক দু-জনেই অস্ত্রোপচারের সময়ে যন্ত্রণার উপশমের জন্তে অবশ্য করবার ঔষধ ব্যবহারের উল্লেখ করেছেন। 927 সালে দু-জন ভারতীয় চিকিৎসক এক রাজার মস্তিষ্কে অস্ত্রোপচার করবার সময়ে অবচেতন করবার জন্তে যে ঔষধ ব্যবহার করেন, তার নাম ছিল সন্মোহনী।

প্রাচীন ভারতীয় বৈজ্ঞানিক মনোবৃত্তির বিভিন্ন প্রসঙ্গ এভাবে শুধুমাত্র উল্লেখ করাও সম্ভব নয়। তবু এরই ভিতর দিয়ে আমরা ভারতীয় বিজ্ঞানীদের সংস্কারহীন, উদার এবং বৃত্তিগ্রাহ্য মনোবৃত্তির যে পরিচয় পাই, তা এরূপের উন্নত বৈজ্ঞানিক পরিবেশের সঙ্গেও সমানভাবে উল্লেখযোগ্য।

বিস্ফোরক

বিমল বসু

বিস্ফোরক শব্দের সঙ্গেই যেন জড়িয়ে আছে এক আতঙ্কের ইতিহাস—যুদ্ধ, হত্যা আর মৃত্যুর দৃষ্ট। অথচ ভাবতে অবাক লাগে সভ্যতা সৃষ্টির আদিতে বিস্ফোরক এক গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা নিয়েছিল। একটা দল বা একটা জাতি যখনই সভ্যতার সৌধ গড়ে তুলতে চেষ্টা করে, অমনি অসভ্য জাতির আক্রমণে ভেঙ্গে গুড়িয়ে গেছে তার সম্ভাবনা। তারপর সভ্যতাকামী মানুষের হাতে যে দিন বিস্ফোরক এলো, তখন থেকেই সভ্যতার সুদিন। প্রতিহত হলো অসভ্যদের আক্রমণ। ইট গাঁথা হতে লাগলো একের পর এক সভ্যতার ভিত্তি-স্তম্ভে।

আদি কথা

বারুদ বা গান-পাউডার হলো আদিমতম বিস্ফোরক—সোরা, গন্ধক আর কাঠ-কয়লার গুঁড়া নির্দিষ্ট অনুপাতে মিশিয়ে যা তৈরি হয়। বারুদের ব্যবহার ঠিক কবে থেকে শুরু হয়েছিল, তা নির্দিষ্টভাবে বলা যায় না। সম্ভবত: চীন দেশেই বারুদ আবিষ্কৃত হয় খৃষ্ট জন্মের বেশ কয়েক শতাব্দী পূর্বে। নানা রকম অগ্নিপ্রজালক পদার্থের ব্যবহার ঐকরাপুৰ্ণ জানতো। 429 খৃষ্টপূর্বাব্দে প্রেটিয়া অধিকার করবার সময় স্পার্টানরা পিচে ডোবানো কাঠ আর গন্ধকের স্তূপে আগুন ধরিয়ে গোটা শহরটাকে পুড়িয়ে দেবার চেষ্টা করেছিল। সপ্তম শতাব্দীতে বাইজান-টাইমরা যুদ্ধে একটা জিনিষ ব্যবহার করতো, বার নাম ছিল wet-fire বা তিজা-আগুন। সম্ভবত: পদার্থটি ছিল আলকাতরা, গন্ধক, চুন, তাম্রা আর সল্ফিটারের মিশ্রণ। ইউরোপে

বারুদের প্রচলন শুরু করেন রোজার বেকন, 1270 সালে। চতুর্দশ শতকের মাঝামাঝি সময় থেকে কামানের গোলা ছোড়বার কাজে বারুদের ব্যবহার শুরু হয়।

সামরিক বিস্ফোরক হিসাবে বারুদের কদর ছিল ঊনবিংশ শতাব্দী পর্যন্ত। তারপর গান-কটন আবিষ্কৃত হলো। সাধারণ বারুদের ব্যবহার সীমাবদ্ধ হয়ে পড়লো কেবল আতস বাজি তৈরির কাজে।

নুতন নুতন বিস্ফোরকের আবিষ্কার

1832 সালে হেনরি ব্রাক্যানট খেতসারজাতীর পদার্থের সঙ্গে নাইট্রিক অ্যাসিড মিশিয়ে নুতন একটি বিস্ফোরক তৈরি করেন। 1838 সালে ডুমাস ও পেলাউজ তুলা এবং কাগজের উপর নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া ঘটিয়ে একই কল পান, তৈরি হলো নাইট্রোসেলুলোজ। এর পর অস্ট্রিয়ানও সবারেরো গিসারিনের সঙ্গে নাইট্রিক অ্যাসিড মিশিয়ে তৈরি করেন খুব শক্তিশালী একটি বিস্ফোরক পদার্থ। পদার্থটির নাম নাইট্রো-গিসারিন। সামান্য আঘাতেই এটি প্রচণ্ডভাবে বিস্ফোরিত হয়। সুতরাং নাইট্রোগিসারিন সাধারণভাবে ব্যবহার করাই ছিল মুশ্কিল। এর ব্যবহার নিরাপদ করেন সুইডিশ বিজ্ঞানী আল-ফ্রেড নোবেল—যাঁর নামে দেওয়া হয় নোবেল পুরস্কার। তিনি কাইসেলগুড নামে এক রকমের সজ্জিত মাটির ভিতর নাইট্রোগিসারিন শোষণ করিয়ে নিলেন। এর কলে যে কঠিন দানাদার পদার্থটি পাওয়া গেল, সেটি নাইট্রোগিসারিনের মতই শক্তিশালী, তাছাড়া যত্নভর ব্যবহার করবার পক্ষেও

নিরাপদ। এই নতুন বিস্ফোরক পদার্থটিই হলো প্রথম ডিনামাইট। এটি আবিষ্কৃত হয় 1866 সালে। এর প্রায় দশ বছর পরে নোবেল আরও উন্নত ধরণের ডিনামাইট তৈরি করেন। গান কটন বা নাইট্রোসেলুলোজের সঙ্গে নাইট্রোগ্লিসারিন মিশিয়ে এটি পাওয়া গিয়েছিল।

আলফ্রেড নোবেলের স্মৃতি অঙ্গস্বরূপ করে এর পর ধোঁয়াহীন বিস্ফোরক আবিষ্কৃত হয়। আমেরিকায় তৈরি হলো ব্যালিস্টাইট—ভারী কামান ছোড়বার ব্যাপারে যা ব্যবহৃত হয়। আর বৃটেন তৈরি করলো কর্ডাইট, নাইট্রোসেলুলোজের সঙ্গে অ্যাসিটোন, নাইট্রোগ্লিসারিন আর পেট্রোলিয়াম জেলি মিশিয়ে। চালক-বিস্ফোরক (Propellant) হিসাবে এক সময় কর্ডাইটের বহুল প্রচলন ছিল।

আজকাল যে সব ধোঁয়াহীন বিস্ফোরক তৈরি হচ্ছে, সেগুলির কন্মূল্যও প্রায় একই। এগুলিতে সাধারণতঃ থাকে শতকরা 84 ভাগ নাইট্রোসেলুলোজ, শতকরা 15 ভাগ বেরিয়াম ও পটাসিয়াম নাইট্রেট আর এক শতাংশ ডাইকিনাইল অ্যামিন। ধোঁয়াহীন বিস্ফোরকগুলি ছোট ছোট দানা, প্যাঁলেট, চোঙ বা বলের আকারে তৈরি হয়।

বিস্ফোরক কত রকমের ?

বিস্ফোরক প্রধানতঃ তিন রকমের—প্রাথমিক বিস্ফোরক বা ডিটোনেটর, উচ্চমানের বিস্ফোরক বা হাই এক্সপ্লোসিভ এবং চালক-বিস্ফোরক বা প্রোপেল্যান্ট। লেড অ্যাক্সাইড $[Pb(NO_3)_2]$, মার্কানি ফুলমিনেট $[Hg(ONC)_2]$ প্রভৃতি প্রাথমিক বিস্ফোরকগুলি সামান্য আঘাতে বা অগ্নিস্পর্শে খুব দ্রুত বিস্ফোরিত হয়। সাধারণতঃ কোন বড় রকমের বিস্ফোরণ ঘটানোর কাজে প্রজালক বা ডিটোনেটর হিসাবে এগুলি ব্যবহৃত হয়। ডিনামাইট, টি. এন. টি (ট্রাইনাইট্রো টলুইন : $C_6H_3(NO_2)_3CH_3$), অ্যামাটল (ডিনামাইট ও টি. এন. টি-র মিশ্রণ), টেট্রাইল $[2, 4, 6$ -ট্রাই-

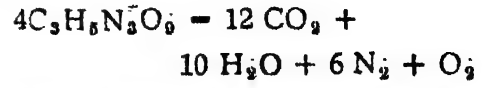
নাইট্রো-কিনাইল-মিথাইলনাইট্রামিন : $[C_6H_3(NO_2)_3NCH_2NO_2]$ প্রভৃতি উচ্চমানের বিস্ফোরকগুলি খুব সহজে বিস্ফোরিত হয় না বটে, কিন্তু প্রজালকের সাহায্যে একবার বিস্ফোরণ শুরু করিয়ে দিতে পারলে তার বেগ হয় প্রচণ্ড। আর চালক-বিস্ফোরক, যেমন—কর্ডাইট, সাধারণ বারুদ, কেরোসিন ও তরল হাইড্রোজেন বা হাই-হাইড্রোজেন পারক্সাইডের মিশ্রণ প্রভৃতি পদার্থকে ঠিক বিস্ফোরক বলা যায় না—আগুনের সংস্পর্শে এগুলি সাধারণভাবে জলে আর একত্রে বিক্রিয়ার গতিও হয় বেশ মধুর। তবে এই বিক্রিয়ার কালে কার্বন ডাই-অক্সাইড, নাইট্রোজেন প্রভৃতি গ্যাসীয় পদার্থ উৎপন্ন হয় বিপুল পরিমাণে এবং এই গ্যাসকেই বন্ধুক বা কামানের নল অথবা রকেটের আবদ্ধ প্রকোষ্ঠে নিয়ন্ত্রিত করে যে প্রচণ্ড চাপের সৃষ্টি করা হয়, তারই ধাক্কায় বন্ধুক বা কামান থেকে ছোটে গুলি-গোলা, রকেট উঠে যায় উদ্ভীকাশেণ খোলা জায়গায় খানিকটা বারুদ রেখে আগুন ধরিয়ে দিলে কিছুই হবে না, কিন্তু ঐ বারুদকে মাটি বা কাগজের খোলে পুরে জালিয়ে দেওয়া মাত্রই ঘটবে সশব্দ বিস্ফোরণ।

বিস্ফোরণ

দেশলাইয়ের বাজের গায়ে কাঠি ঝুকলে কাঠিটা জলে ওঠে। দেশলাই কাঠির মাধ্যমে যে বারুদ আছে, বর্ষণজাত তাপের প্রভাবে তার বিক্রিয়া ঘটে বায়ুর অক্সিজেনের সঙ্গে আর তার কলে উৎপন্ন হয় কার্বন ডাই-অক্সাইড, কার্বন মনো-অক্সাইড, নাইট্রোজেন প্রভৃতি গ্যাসীয় পদার্থ। রসায়ন-বিজ্ঞানের ভাষায় এর নাম হলো দহন। করলা পুড়িয়ে যে তাপ ও আলো পাওয়া যায়, তাও দহন-ক্রিয়ার কল অর্থাৎ করলার সঙ্গে বায়ুর অক্সিজেনের রাসায়নিক ক্রিয়া। বিস্ফোরণও এই রকম দহন-ক্রিয়া। তবে সাধারণ দহনের সঙ্গে এর তফাৎ এই যে, বিস্ফোরণে পদার্থের

দহন অত্যন্ত দ্রুত গতিতে ঘটে। দহন ঘটতে গেলেই অক্সিজেনের প্রয়োজন। সাধারণ দহনে বায়ুর অক্সিজেনই এর অভাব মেটায়। কিন্তু বিস্ফোরণে দহন দ্রুত গতিতে ঘটাবার জন্তে যেহেতু অক্সিজেন চাই অনেক বেশী পরিমাণে, সেহেতু বিস্ফোরক পদার্থের সঙ্গেই মিশিয়ে দেওয়া হয় অক্সিজেনযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ—অক্সাইড বা নাইট্রেট; যেমন সাধারণ বারুদে মেশানো থাকে সোরা বা পটাসিয়াম নাইট্রেট (KNO_3)। এর কাজ অক্সিজেন যোগানো। সরাসরি অগ্নিস্পর্শে, আঘাত বা ঘর্ষণজনিত উত্তাপে পটাসিয়াম নাইট্রেট অক্সিজেন ও নাইট্রাইটে বিয়োজিত হয়। অতঃপর এই অক্সিজেন গন্ধক আর কাঠকয়লার সঙ্গে যুক্ত হয়ে সালফার ডাই-অক্সাইড, কার্বন ডাই-অক্সাইড, কার্বন মনোঅক্সাইড প্রভৃতি গ্যাসীয় পদার্থ উৎপন্ন করে। বিপুলায়তন এই গ্যাসের চাপে তখন স্ফূর্ত হয় বিস্ফোরণ। কোন কোন বিস্ফোরক বিস্ফোরণ অর্থাৎ এগুলির ভিতর অক্সিজেন যুক্ত অবস্থায় থাকে, বাইরে থেকে কোন অক্সিজেনযুক্ত যোগ করতে হয় না; যেমন—নাইট্রোগ্লিসারিন বা টি. এন. টি। এগুলির রাসায়নিক সংকেত যথাক্রমে $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$ এবং $\text{C}_6\text{H}_5(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{CH}_3$ । সংকেত থেকেই বোঝা যায়, অক্সিজেন এগুলির মধ্যে যুক্ত অবস্থায় রয়েছে। প্রাথমিক বিস্ফোরকের সাহায্যে এগুলিকে একবার তাতিয়ে দিলেই হলো; অমনি ভিতরকার অক্সিজেন অপর বন্ধন কেটে বেরিয়ে এসে দহনের কাজ শুরু করে দেয় এবং এই দহন চলে অত্যন্ত দ্রুত লয়ে। বিস্ফোরকমাত্রেরই এই বৈশিষ্ট্য। এগুলির মধ্যে কেউ নিজের অক্সিজেন নিজেই সরবরাহ করে, কারোকে বা অক্সিজেন নিতে হয় বাইরে থেকে। উভয় ক্ষেত্রেই বিস্ফোরক পদার্থের অণু বিয়োজিত হয়ে বিপুল সংখ্যক সরলতর গ্যাসীয় অণুতে পরিণত হয়। কলে উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন

খুব দ্রুত বেড়ে যায় এবং সঙ্গে সঙ্গে ছাড়া পায় বিপুল পরিমাণ তাপ। যেমন—



এখানে ৪ অণু নাইট্রোগ্লিসারিন বিয়োজিত হয়ে ২১ অণু গ্যাসীয় পদার্থে পরিণত হয়েছে অর্থাৎ আয়তনের বৃদ্ধি ঘটেছে চার গুণেরও কিছু বেশী।

বিস্ফোরণের সঙ্গে সঙ্গেই বিপুলায়তন এই সব গ্যাস উচ্চচাপ কেন্দ্র থেকে ছড়িয়ে পড়তে চার চারদিকে। আর এই চাপের মুখে পড়ে বায়ু-স্তরগুলি অকস্মাৎ তরঙ্গায়িত হয়ে ওঠে। বিস্ফোরণ-জনিত চাপ তরঙ্গের পর তরঙ্গ সৃষ্টি করে এগিয়ে চলে আর শব্দের সমান বেগে। এই বিশেষ ধরনের তরঙ্গকে ইংরেজীতে বলে শক ওয়েভ। শক ওয়েভ বিস্তৃত পরিধি জুড়ে যতই অগ্রসর হতে থাকে, তরঙ্গের চাপ ও তাপমাত্রা ততই কমে যায়। বিস্ফোরণের কাছাকাছি অকলেই তাই এর প্রভাব সবচেয়ে বেশী। ঠিক বিস্ফোরণের মুহূর্তে কাছাকাছি কোন বস্তু থাকলে তার প্রতি বর্গইঞ্চি পরিমাণ স্থানে দুই লক্ষ থেকে তিন লক্ষ পাউণ্ড পর্যন্ত থাকার সৃষ্টি করতে পারে এই শক ওয়েভ। শক ওয়েভের আর একটি বৈশিষ্ট্য—উচ্চ-চাপবিশিষ্ট তরঙ্গ-শীর্ষের পরেই থাকে একটি নিম্নচাপ অঞ্চল। এই শূন্যস্থান পূরণ করবার জন্তে আশেপাশের চতুর্দিক থেকে ছুটে আসে বাতাস। কলে মূল তরঙ্গ-গতির উল্টোমুখে একটি বিপরীত চাপের সৃষ্টি হয়। কোথাও বিস্ফোরণ ঘটবার সঙ্গে সঙ্গেই এটা খুব সহজে টের পাওয়া যায়। প্রথমতই বন্ধ জানালার পাল্লাগুলিতে এসে লাগে একটা ধাক্কা—বাইরে থেকে ভিতর দিকে। পরমুহূর্তেই পাল্লাগুলিকে কে যেন ভিতর থেকে বাইরের দিকে একটা টান দেয়; অর্থাৎ শক ওয়েভের উল্টোমুখী বায়ুচাপ তখন কাজ করে।

বিস্ফোরণ কতটা জোরালো হবে, সেটা নির্ভর করে প্রধানত: বিস্ফোরকের ঘন এবং পরিমাণের উপর। এরই সঙ্গে বিস্ফোরণ কতখানি আবদ্ধতার মধ্যে ঘটেছে, তাও বিবেচ্য। মিথেন গ্যাস খোলা বায়ুতে আগুনের সংস্পর্শে সাধারণভাবে জলে। কিন্তু ঐ গ্যাসই বধন করলার খনিতে আবদ্ধ অবস্থায় আগুনের ছোঁয়া পায়, তখন তার রূপ অতি ভয়ঙ্কর। মারাত্মক ধরণের বিস্ফোরণের ফলে করলা-খনির ছাদ পর্বন্ত ধসে পড়ে—জীবনহানিও ঘটে বিস্তর। সুতরাং বিস্ফোরককে যত বেশী আবদ্ধ স্থানের মধ্যে রেখে আলিয়ে দেওয়া যাবে, বিস্ফোরণের তীব্রতাও হবে তত বেশী।

বিস্ফোরকের ব্যবহার

বিস্ফোরক পদার্থ ছাড়া আধুনিক জীবনের কথা ভাবাই যায় না। সামরিক এবং প্রতিরক্ষার কাজে এর ব্যবহার নানাবিধ। কিন্তু তার চেয়েও বড় কথা, যুদ্ধবিগ্রহে বিস্ফোরকের অমিত শক্তি দেখে মানুষ ভেবেছে, কি করে

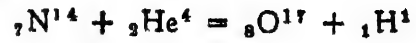
একে শান্তির কাজে লাগানো যায়। তাই আজকের দিনে আমরা দেখতে পাচ্ছি, বিস্ফোরক শুধু শত্রুশক্তির সেতুই উড়িয়ে দেয় না, বিস্ফোরকের সাহায্যে দুঃস্থ নদীর বুকে গড়ে ওঠে বাঁধ, পাহাড়ের বুক চিড়ে জেগে ওঠে রাস্তা, মাটির গর্ত ভেদ করে মাল্লার চলে যায় ভূপৃষ্ঠের অভ্যন্তরে—উদ্ধার করে নিয়ে আসে অমূল্য সব খনিজ পদার্থ। শুধু তাই নয়, বিস্ফোরণ-জনিত শক ওয়েত ভূপৃষ্ঠের অভ্যন্তরে প্রয়োগ করে আজকাল ভূত্বের প্রকৃতিও নির্ণয় করা হচ্ছে। মাটি না খুঁড়েও জানা যাচ্ছে, ভূত্বের কোথায়, কত ফুট নীচে, কি কি ধরণের পাথরের স্তর লুকিয়ে আছে। ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন স্থানে মাই-ক্রোকোন বসিয়ে মাটির ভিতরে শক ওয়েত পাঠানো হয়, তারপর মাইক্রোকোনের সাহায্যে দেখে নেওয়া হয়, কতক্ষণে সেই শক ওয়েত ফিরে আসছে প্রতিফলিত হয়ে। সময়ের তারতম্য অনুসারে তারপর ঠিক করা হয় ভূত্বের অবস্থান। সম্প্রতি বাতুর পাত্ থেকে বিভিন্ন আকৃতির জিনিষ তৈরির কাজেও বিস্ফোরক ব্যবহৃত হচ্ছে।

কেন্দ্রীয় বিক্রিয়ার স্বরূপ ও শ্রেণীবিন্যাস

অরূপ রায়

বর্তমান পরমাণুর গঠনটির প্রধান উদ্ভাবক লর্ড রাদারফোর্ড। তিনিই প্রথম ডালটনের পরমাণু মতবাদকে বাতিল করে পরমাণুর নতুন স্বরূপ জুড়ে ধরেন বিশ্বাসীর সামনে। আধুনিক মতাদ্বারী, পরমাণুর কেন্দ্রে থাকে পরমাণু কেন্দ্রীয় (Nucleus) এবং কেন্দ্রীকে বৃত্তাকার ও উপ-বৃত্তাকার পথে একক ঋণাত্মক বিদ্যুৎধর্মী ইলেকট্রন আবর্তিত হয়। কেন্দ্রীতে হ্যা-বিদ্যুৎধর্মী প্রোটন, নিউট্রন নিউট্রন ছাড়াও বহু প্রাথমিক কণার সমাবেশ আছে। কেন্দ্রীতে প্রোটনের সংখ্যা ও কেন্দ্রীয়-আবর্তিত ইলেকট্রনের সংখ্যা সমান, আবার কেন্দ্রীর প্রোটন সংখ্যাই ঐ মৌলের পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক (Atomic Number)। প্রোটনের সংখ্যার হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটলে আজকাল এক মৌলকে অপর মৌলে পরিণত করা বৈজ্ঞানিকদের কাছে সহজ হয়ে গেছে। এক মৌলকে অপর মৌলে রূপান্তরিত করা অর্থাৎ কেন্দ্রীর পরিবর্তন ঘটানো বিক্রিয়াসমূহকে কেন্দ্রীয় বিক্রিয়া বা (Nuclear Reaction) বলে।

কোন পরমাণুর কেন্দ্রীকে উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কণিকার দ্বারা আঘাত করে কেন্দ্রীয় বিক্রিয়া ঘটানো হয়। এদের প্রোজেক্টাইল (Projectile) বলে। এক মৌলের কেন্দ্রীকে অপর মৌলের কেন্দ্রীতে প্রথম রূপান্তর ঘটান লর্ড রাদারফোর্ড 1919 সালে। Ra-C থেকে নাইট্রোজেন গ্যাসের মধ্যে আলফা-কণিকা প্রবাহিত করে তিনি ${}_2\text{O}^{17}$ ও প্রোটন পান।



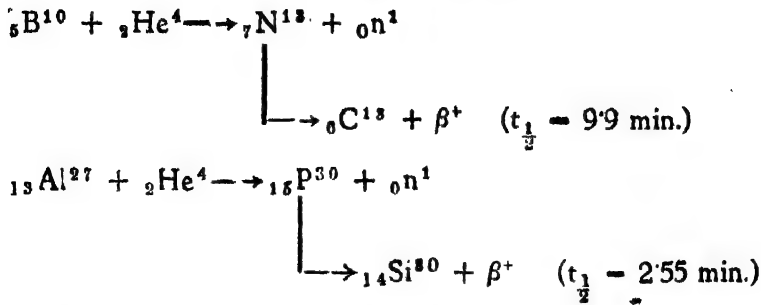
এখানে নাইট্রোজেন পরিবর্তিত হলো অক্সিজেনে এবং পারমাণবিক ক্রমাঙ্ক 7 থেকে হলো 8। পরে রাদারফোর্ড ও স্ট্রাউউইক (1921-22) দেখান, বোরন (পা. ক্র. 5) থেকে পটাসিয়াম (পা. ক্র. 19) পর্যন্ত সমস্ত মৌলই (He, C, O ব্যতীত) এইরূপ বিক্রিয়ার অংশগ্রহণে লক্ষ্য।

বুথ ও বেকার 1930 সালে বেরিলিয়াম খাত্তকে আলফা-কণিকার দ্বারা আঘাত করে গ-রশ্মি অপেক্ষাও এক প্রকার শক্তিশালী রশ্মি-প্রবাহ পান। পরে তার নামকরণ হয় নিউট্রন। এক্ষেত্রে বেরিলিয়াম, আলফা কণিকার সঙ্গে সংঘর্ষে কার্বন ও নিউট্রন উৎপন্ন করে।



নিউট্রন খুব কার্যকরী প্রোজেক্টাইল, কারণ এটা তড়িৎশূন্য। ফলে পরমাণু কেন্দ্রীর হ্যা-তড়িৎধর্মী কেন্দ্রে এটা আকর্ষিত অথবা বিকর্ষিত হয় না, সোজা লক্ষ্যে আঘাত হানে।

1934 সালে মাদাম কুরীর কন্যা ইরিন কুরী ও তাঁর স্বামী এক. জোলিয়ট পৃথকভাবে বোরন, ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম পরমাণু-কেন্দ্রীকে α -কণিকার দ্বারা আঘাত করেন আধুনিক বিজ্ঞানে একটি নতুন অধ্যায়—কৃত্রিম তেজস্ক্রিয়ার সংযোজন করেন। এই কাজের স্বীকৃতিস্বরূপ নোবেল কমিটি তাঁদের যুগ্মভাবে নোবেল পুরস্কার প্রদান করেন।



এখানে উৎপন্ন নতুন পরমাণু কেজীন, N^{13} বা $_{15}P^{30}$ । আল্ফা কণার দ্বারা আঘাত বন্ধ করবার পরেও উৎপন্ন কেজীনগুলি যথারীতি তেজস্ক্রিয় বিকিরণের দ্বারা যেনে পজিট্রন ত্যাগ করে অপর একটি মৌলের কেন্দ্রে পরিবর্তিত হয়ে যায়।

তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে প্রাপ্ত কণিকাগুলির গতিবেগ উচ্চ না হওয়ায় সব রকমের কেন্দ্রীয় বিক্ষিপ্তা এদের দ্বারা ঘটানো সম্ভব নয়, আজকাল প্রোজেক্টাইল উচ্চত্বরণসম্পন্ন করবার জন্তে প্রধানত: সাইক্লোট্রোন ব্যবহার করা হয়। এতে পরিবর্তনশীল বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে প্রোজেক্টাইল-গুলিকে বারবার আবর্তিত করে উচ্চত্বরণসম্পন্ন করা হয়। সাইক্লোট্রোন ছাড়াও বিভাট্রোন, কস্মোট্রোন, বিটাট্রোন এবং সিনক্রোট্রোন উল্লেখযোগ্য। প্রোজেক্টাইল হিসাবে আজকাল α -কণিকা (${}_2\text{He}^4$) ছাড়াও ডিউটেরন (${}_1\text{H}^2$), প্রোটন (${}_1\text{H}^1$), নিউট্রন, (${}_0\text{n}^1$), \times -রেডিয়েশন, γ -রেডিয়েশন (বা প্রোটন), ইলেকট্রন (e) ব্যবহার করা হয়।

উপরिউক্ত আলোচনা থেকে বোঝা যায়, রাসায়নিক বিক্রিয়া ও কেন্দ্রীয় বিক্রিয়ার স্বরূপ (Mechanism) সম্পূর্ণ আলাদা। রাসায়নিক বিক্রিয়ার বোধ্যতা-ইলেক্ট্রনের বিস্তার ঘটে থাকে, কিন্তু কেন্দ্রীয় বিক্রিয়ার নিউট্রন-প্রোটনের সংখ্যার

পরিবর্তন ঘটে পরমাণুর কেন্দ্রীনের ভিতর। ডেনিশ বিজ্ঞানী নীলস্ বোর (1936) কেন্দ্রীয় বিক্রিয়ার স্বরূপ বর্ণনা করতে গিয়ে বলেন, পরমাণুর কেন্দ্রীয় কর্তৃক প্রোজেক্টাইল শোষিত হয়ে অস্থায়ী বৈজ্ঞানিক কেন্দ্রীনের সৃষ্টি করে, বার স্থায়ীকাল মাত্র 10^{-12} থেকে 10^{-14} সেকেন্ড। এই সময়ের মধ্যেই শোষিত প্রোজেক্টাইলের সমস্ত শক্তি কেন্দ্রীনের সর্বত্র ছড়িয়ে পড়ে ও কেন্দ্রীয়টি উত্তেজিত অবস্থা প্রাপ্ত হয়। অতঃপর উত্তেজিত কেন্দ্রীয়টি কণিকা উৎপন্ন করে স্থায়ী অথবা অস্থায়ী কেন্দ্রীনে পরিণত হয়। অস্থায়ী পরমাণু কেন্দ্রীয় বতরণ না স্থায়ী পরমাণু কেন্দ্রীনে রূপান্তরিত হয়, ততক্ষণ পর্যন্ত একরূপ প্রক্রিয়া চলতে থাকে।

টার্গেট বা লক্ষ্যকেন্দ্র + প্রোজেক্টাইল \longrightarrow

বৈজ্ঞানিক কেন্দ্রীয় বা উত্তেজিত অবস্থা \longrightarrow নতুন

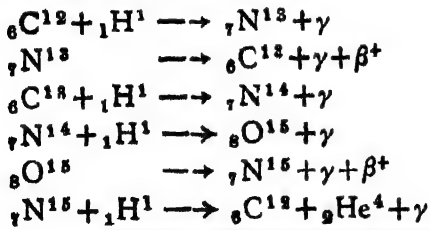
কেন্দ্রীয় + নিঃসৃত কণিকা।

কেন্দ্রীন বিক্রিয়া বহু প্রকার, সেগুলি সংক্ষেপে
পৃথকভাবে আলোচনা করা হলো।

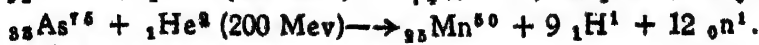
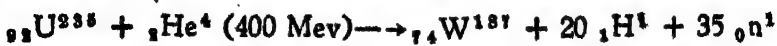
(1) প্রোজেক্টাইল শোষক বিক্রিয়া (Projectile Capture Reaction)—এই পদ্ধতিটি খুব সাধারণ। যখন কোন পরমাণুর কেন্দ্রীণকে প্রোজেক্টাইলের দ্বারা আঘাত করা হয়, তখন কেন্দ্রীণ প্রোজেক্টাইলটি শোষণ করে

পরমাণু-কেন্দ্রীনে পরিণত হয়। এই সকল কেন্দ্রীন বিক্রিয়াকে সংযোজন বিক্রিয়া বলে। হাইড্রোজেনের আইসোটোপ ডিউটেরিয়াম ও ট্রিটিয়াম পরস্পর বিক্রিয়া করে স্থায়ী হিলিয়ামের কেন্দ্রে পরিণত হয়।

${}_1\text{H}^2 + {}_1\text{H}^2 \rightarrow {}_2\text{He}^4 + {}_0\text{n}^1 + 17.8 \text{ Mev.}$ এই বিক্রিয়াতে প্রচুর প্রতিবন্ধক (Potential barrier) খুব বেশী। একমাত্র কয়েক মিলিয়ন ডিগ্রী সেণ্টিগ্রেড তাপমাত্রাতেই এই প্রচুর প্রতিবন্ধক অতিক্রম করা সম্ভব। তাই একে তাপ-কেন্দ্রীন বিক্রিয়াও (Thermo-nuclear Reaction) বলা হয়। হাডা মৌলের কেন্দ্রে একে অপরকে উচ্চবিকর্ষণ বল প্রয়োগ করে। উচ্চতাপমাত্রার খার্বাল মোসানের ফলে শক্তি এত প্রচণ্ড হয়ে যায় যে, কেন্দ্রগুলি বিকর্ষণ বল অতিক্রম করে পরস্পর মিলিত হয়। হাইড্রোজেন বোমার প্রচণ্ড শক্তি কেবলমাত্র সংযোজন বিক্রিয়ার জন্মেই। সংযোজন বিক্রিয়াতেও বিভাজন বিক্রিয়ার মত কিছু তর ধ্বংসপ্রাপ্ত হয় এবং এর ফলেই শক্তির উদ্ভব। তবে সংযোজন বিক্রিয়ার দক্ষতা বিভাজন বিক্রিয়ার 4 গুণ। বৈজ্ঞানিকগণ মনে করেন, জ্যোতিষ্ক-সূর্য প্রভৃতির শক্তি বিভাজন বিক্রিয়ালব্ধ। 1938 সালে Weizacker ও Bathe বলেন, 4টি হাইড্রোজেন 1 টি হিলিয়ামে পরিণত হবার সময়ই এই প্রচণ্ড তাপ-শক্তির উদ্ভব হয়। তাঁরা নিম্নলিখিত বিক্রিয়া পেশ করেন :



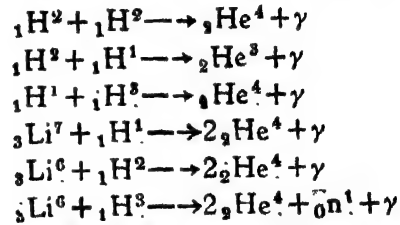
এখানে প্রায় 0.7% ভর শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে যায়। প্রতি পূর্ণ পর্যায় বিক্রিয়াতে



এই বিক্রিয়াটির আবিষ্কার খুব সম্ভ্রুতি হয়েছে।

26.8 Mev. শক্তি উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়া পৃথিবীপৃষ্ঠে ঘটানো অসম্ভব, কারণ বিক্রিয়াটি ঘটে 2×10⁷ °C তাপমাত্রার প্রয়োজন হয় এবং এক একটি পর্যায় সম্পূর্ণ করতে সময় লাগে 6 মিলিয়ন বছর।

পারমাণবিক বোমা বিস্ফোরণজাত তাপমাত্রা আজকাল সংযোজন বিক্রিয়ার প্রয়োজনীয় তাপ উৎপাদনে ব্যবহৃত হচ্ছে। আলুনা কণার গড় গতিশক্তি সাধারণ তাপমাত্রার 10⁻² ev এবং 10⁷ °C তাপমাত্রার 10⁴ ev। পারমাণবিক বোমার উৎপন্ন তাপমাত্রার পরিমাণ 10⁶ °C প্রায়। সুতরাং পারমাণবিক বোমা তাপ-কেন্দ্রীন বিক্রিয়াতে দেশলাইয়ের কাজ করে। হাইড্রোজেন বোমার খুব সম্ভবতঃ নিম্ন-বর্ণিত বিক্রিয়াটি সম্পন্ন হয়।



চতুর্থ বিক্রিয়াতে প্রায় 0.231% ভর শক্তিতে পরিবর্তিত হয়, যেখানে U²³⁸ ব্যবহার করলে মাত্র 0.1% ভর শক্তিতে পরিণত হয়।

(5) স্পালেশন বিক্রিয়া (Spallation Reaction)—অত্যধিক দ্রুত ও শক্তিসম্পন্ন (প্রায় 400 Mev) প্রোটেক্টাইলের দ্বারা যখন কোন ভারী মৌলের কেন্দ্রকে আঘাত করা হয়। তখন আঘাত হানা কেন্দ্রে অপেক্ষা 10 থেকে 20 একক পারমাণবিক ক্রমাক্রমবিশিষ্ট মৌলের কেন্দ্রে ও সঙ্গে প্রচুর পরিমাণে কণা উৎপন্ন হয়। সাধারণ কেন্দ্রীন বিক্রিয়াতে পারমাণবিক ক্রমাক্রমের পরিবর্তন 2-এর বেশী হয়, এমন বিক্রিয়া খুবই বিরল। আবার বিভাজন বিক্রিয়ার সঙ্গে এর তফাৎ—এই বিক্রিয়াতে প্রচুর কণার সৃষ্টি হয়, কিন্তু তর সংখ্যার পরিবর্তন বিভাজন বিক্রিয়ার মত অত বিরূপ নয়। আবার বিক্রিয়াটি দ্রুতঃক্রিয়ামূলক নয়।

আদমশুমারী

ত্রিাশচীনন্দন আচা

আমাদের দেশে সর্বশেষ আদমশুমারী বা লোকগণনা হয় 1961 সালে। আবার হচ্ছে এই বছর অর্থাৎ 1971 সালে।

প্রতি দশ বৎসর অন্তর পৃথিবীর সব রাষ্ট্রেই লোকগণনা হয়ে থাকে। আদমশুমারির ঘোটা-মুটি উদ্দেশ্য হচ্ছে, প্রতি দশ বৎসর অন্তর দেশে লোকসংখ্যা কত বৃদ্ধি হচ্ছে, কোন্ রাজ্যে শতকরা কত পরিমাণ বৃদ্ধি, নারী, শিশু ও পুরুষের সংখ্যা বাড়ছে, না কমছে, কোন্ রাজ্যে কত লোক সক্ষম, কোন্ কোন্ রাজ্যে কারিক পরিশ্রমী, ব্যবসারী ও চাকরীজীবী কত, দেশে ভবঘুরে, ভিখারী ও বেকার লোকের সংখ্যা কত, কোন্ রাজ্যে কতজন কৃষিজীবী, বুদ্ধিজীবী বা শ্রমজীবী বাস করেন—তা নির্ণয় করা। শিক্ষিত, অশিক্ষিত বা অক্ষরজ্ঞানসম্পন্ন কতজন, কোন্ ধর্মের লোক কতজন কোন্ কোন্ রাজ্যে থাকেন, কোন্ কোন্ রাজ্যে জীলোক ও পুরুষের সংখ্যাবৃদ্ধি বা হ্রাসের হিসাব কিরূপ—এসব আদমশুমারী থেকে লাভ করা যায়। এছাড়া সমগ্র রাষ্ট্রে মূলতঃ কত খাজসামগ্রী প্রয়োজন ও তার আমদানী-রপ্তানী এবং উৎপাদন-অন্তঃপাদন রাজ্যগুলির শিকা, প্রগতি এবং সংস্কৃতি সবক্ষেত্রে আদমশুমারীর সাহায্যে তথ্যাদি সংগ্রহ করা হয়। এছাড়াও বিশেষতঃ ভারতের জার উন্নতিকামী দেশে আদমশুমারীর কলাকলের উগরেই জাতীয় উন্নয়ন পরিকল্পনা সম্পূর্ণ নির্ভর করে।

সরকারীভাবে 1971 সালকেই ভারতে আদমশুমারীর শতবর্ষ পূর্তি বলে প্রচারিত হচ্ছে। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে ভারতে সর্বভারতীয় ভিত্তিতে সর্বপ্রথম লোকগণনা হয় 1881 সালের 17ই

ফেব্রুয়ারী। তার পূর্বে অবশ্য আংশিকভাবে ভারতের দু-একটি প্রদেশ ও শহরে লোকগণনা কিছু কিছু হয়। 1853 সালে সর্বপ্রথম উত্তর-পশ্চিম সীমান্ত প্রদেশে লোকগণনা করা হয়। তারপর পাঞ্জাবে 1855 সালে ও কলকাতার হয় 1866 সালের 8ই জানুয়ারী রাতে। সারা বাংলার সরকারীভাবে আদমশুমারী হয় 1872 সালে। বলা বাহুল্য এসবই ভারতে ইংরেজ-শাসিত যুগের কথা। যখন যে সময় শাসন-কার্যের সুবিধা-অসুবিধা বুঝেছেন, তারই প্রয়োজনের উপর নির্ভর করেই তদানীন্তন ইংরেজ সরকার ভারতের স্থানে স্থানে লোকগণনা করেন।

আদমশুমারী সাধারণতঃ দু-রকম পদ্ধতিতে হয়ে থাকে। এই দুটি পদ্ধতিই হচ্ছে আন্তর্জাতিক নিয়মভুক্ত। একটি হচ্ছে De facto আর অপরটি হচ্ছে De jure। De facto হচ্ছে দেশের সমস্ত মাহুষকে একটি বিশেষ ক্ষণের মধ্যে গণনা করা আর De jure হচ্ছে আবাসস্থলের ভিত্তিতে গণনা করা। এই দুটি নিয়মের একটিকে অবলম্বন করেও দেখা গেছে, তাতেও কিছু কিছু অসুবিধার সৃষ্টি হয়। কারণ একটি বিশেষ ক্ষণে গণনা করলে অনেক লোক নিয়োগ করতে হয়। যে যেখানেই থাকুক না কেন, জলে, স্থলে, বিমানে বা নিবাসে-প্রবাসে—নির্বিশেষে সকলকেই গণনা করতে হয়। আবার আবাসস্থলের অর্থাৎ De jure পদ্ধতি অসুসরণ করলেও অনেক অসুবিধা থেকে যায়। সেই কারণে 1931 সাল অবধি De facto পদ্ধতিতেই লোকগণনা বার বার হয়ে গেছে। কিন্তু তার

পর থেকে অস্তাবধি। অর্থাৎ 1941, 1951 এবং 1961-তে পূর্বোক্ত দুই পদ্ধতির মধ্যপন্থা অবলম্বন করে ভারতে লোকগণনা করা হয়।

পৃথিবীর কোন্ রাষ্ট্রে সর্বপ্রথম আদমশুমারী শুরু হয়, তা ঠিকমত জানতে না পারলেও আমরা বলবো ভারত এই বিষয়ে প্রথম অগ্রণী। কারণ কোটিল্যের অর্থশাস্ত্রে ও মেগাস্থিনীসের কড়চার পাওয়া যায় যে, মৌর্যরাজ চন্দ্রগুপ্তের রাজত্বকালে জন্ম ও মৃত্যুর হিসাব রাখবার জন্তে আলদা একটা বিভাগই ছিল। এই ব্যবস্থাকে এক প্রকার লোকগণনাই বলা যেতে পারে। এ তো গেল আজ থেকে তেইশ শত বছরের আগের কথা। তারপর আইন-ই-আকবরীতে পাওয়া যায় যে, আকবর বাদশাহের রাজ্যে একজন খালি কোতোয়াল ছিলেন, বিনি রাজ্যে লোক সংখ্যা ও রাজ্যে বহিরাগতদের আগমন-নির্গমনের খোঁজ রাখতেন। রাজ্যে কি সব ঘটনা ঘটবে, তার সংখ্যা নির্ণয়েরও ভার ছিল ঐ কোতোয়ালের উপর।

শোনা যায় রাজত্ব আদায়ের সুবিধার্থে খৃঃ পূঃ তৃতীয় সহস্রকে ব্যাবিলন, পারস্ত, চীন ও মিশরে একবার লোকগণনা হয়। আজ থেকে বহু শত বছর পূর্বে রোমেও নাকি কর আদায়, সামরিক অবস্থা ও রাজনৈতিক ব্যবস্থা স্থির করবার জন্তে প্রতি পাঁচ বছর অন্তর লোকগণনা করা হতো। খৃঃ পূঃ পঞ্চম শতাব্দীতে রোম সরকারী ভাবে লোকগণনার ব্যবস্থা করে। তারপর ধীরে ধীরে পৃথিবীর বিভিন্ন রাষ্ট্রে তার পরিব্যাপ্তি ঘটে।

1770 সালে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে ও 1801 সালে ইংল্যান্ডে সর্বপ্রথম লোকগণনা চালু হয়। আদম-শুমারী কথাটা কার্সো। বাংলার লোকগণনা ইংরেজীতে সেনসাস বলা হয়। এই আদম-শুমারীর কল্যাণে আমরা দেশের বা পৃথিবীর বহু তথ্য জানতে পারি। এক রাষ্ট্রের ভুলনার অস্ত্র রাষ্ট্রের অবস্থা যে কি, তাও জানা সহজ হয় আদমশুমারীরই কল্যাণে। তাই লোকগণনা সম্পর্কে লোক যত সজাগ হয়, ততই মঙ্গল।

বিমানগাত্রে তুষারীভবন

শ্রীঅঞ্জনকুমার দাশ

বিমান চালনার সময় যে সমস্ত সমস্তার সম্মুখীন হতে হয়, তার মধ্যে অন্যতম হলো বিমানগাত্রে তুষারীভবনের সমস্যা।

বৈজ্ঞানিক পরীক্ষার দেখা গেছে, যে জলকে তার হিমাক্ষের নীচে প্রায় -41° সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত তরল অবস্থায় রাখা যায়। মেঘের মধ্যস্থিত জলকণাকেও -35° সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রা পর্যন্ত তরল অবস্থায় অবস্থান করতে দেখা যায়।

আমরা জানি যে, প্রতি এক হাজার ফুট উচ্চতায় গড়ে তাপমাত্রা প্রায় 1.7° সেন্টিগ্রেড হ্রাস পায়। আবার অনেক উঁচুতে বায়ুর

চাপ কমে বাওয়ার সেখানে আরোহণের কলে মেঘ এসারিত হয় এবং তার তাপমাত্রা ধানিকটা কমে যেতে পারে। এইভাবে উচ্চস্থিত মেঘের তাপমাত্রা অধিকাংশ সময়েই জলের হিমাক্ষের (0° সেন্টিগ্রেড) নীচে থাকে। আর মেঘের মধ্যস্থিত জলকণাগুলি থাকে অতি শীতল অবস্থায়। এক্স-রে ব্যবর্তন পরীক্ষার দেখা গেছে যে, অতি শীতল জলের অণুগুলির গঠন প্রায় বরফের অণুর গঠনের অনুরূপ। এই অতি শীতল জল আবার তিন রকমভাবে বরফে পরিণত হতে পারে, যথা—

(১) বরকের সংস্পর্শে স্বয়ং জুয়ারীভবন হয়;
(২) অল্প কোন শীতল কঠিন পদার্থের সংস্পর্শে
অসম জুয়ারীভবন হয়;

(৩) -41° সেন্টিগ্রেডের নীচে জল আপনা
থেকেই বরকে পরিণত হয়।

সত্যতঃই একটি বিমান যখন এরকম একখণ্ড
মেঘের মধ্য দিয়ে উড়ে যায়, তখন জলকণাগুলি
বিমানের গায়ে বরফাকারে জমতে শুরু করে।
এমনিতে এই প্রক্রিয়া বেশ দ্রুত, কিন্তু প্রতি গ্রাম
বরফ জমাকালে ৪০ ক্যালরি তাপ উদ্ধৃত হয়;
কলে প্রক্রিয়াটি অপেক্ষাকৃত মন্দীভূত হয়ে আসে।

সাধারণতঃ -3° সেন্টিগ্রেড থেকে 0° সেন্টি-
গ্রেড তাপমাত্রার বায়ুতে আর্দ্রতার পরিমাণ
উল্লেখযোগ্য হয়ে থাকে। তাই এই তাপমাত্রার
ঘন জুয়ারীভবনের সম্ভাবনা বেশী।

বিমানগাত্রে তিন ধরনের জুয়ার জমতে
পারে—

থেকে 80° নীচেকার আর্দ্র, উষ্ণ বায়ুস্তরে
নামবার সময় এই জমাট হিমকণার সৃষ্টি হয়।

(২) রাইম (Rime) বা তুহিনকণা—এগুলি
অবচ্ছ, সাদা দানার আকারে দেখা দেয়।
এই অবচ্ছতার কারণ, এগুলি বেশ ধীরে ধীরে
জমে; ফলে ছুটি তুহিনকণার মধ্যে কিছু
বাতাস আটকে পড়ে। এর আপেক্ষিক গুরুত্ব
গড়ে ০.৬। এগুলি বিমানের অগ্রভাগে জমা
হয় (১নং চিত্র-ক) আর সহজেই বিমানের
কাঁপুনিতে বা বাত্মিক উপায়ে এগুলিকে বরানো
বেতে পারে। এগুলিও দৃষ্টির বিস্তারে বাধা দিতে
বা বেতার বোগাযোগ ব্যবস্থা বিচ্ছিন্ন করতে
পারে। আবার অত্যধিক পরিমাণে জমা হয়ে এগুলি
বিমানের তারসাম্য রক্ষার বিপদ ভেঁকে আনতে
পারে।

সাধারণতঃ খুব ঠাণ্ডার (-10° সেন্টিগ্রেড)
তাপমাত্রার নীচে) বা পাতলা হড়ানো স্তরমেঘের



১নং চিত্র-ক
বিমানের অগ্রভাগে জমা বরফ

১নং চিত্র-খ
বিমানে গ্লেশের আন্তরণ

(১) ফ্রস্ট (Frost) বা জমাট হিমকণা—
এইগুলি হালকা বরফকৃতির আকারে অল্প পরি-
মাণে জমা হয়, তবে প্রচণ্ড বাতাসে আর
বিমানটির কাঁপুনিতে এগুলি সহজেই বরে পড়ে।
এগুলি দৃষ্টিগোচর বাধা দিতে ও বেতার বোগাযোগ
ব্যবস্থার বিঘ্ন ঘটাতে পারে। সাধারণতঃ
পরিষ্কার অথচ আর্দ্র বাতাসের মধ্য দিয়ে
যাবার সময় অথবা উপরের ঠাণ্ডা বায়ুস্তর

মধ্য দিয়ে যাবার সময় এগুলি বিমানগাত্রে
ঘনীভূত হয়।

(৩) গ্লেশ (Glaze) বা পরিষ্কার বরফ—
এই প্রকার জুয়ারীভবন বেশ মারাত্মক হতে
পারে এবং কোন কোন ক্ষেত্রে সমগ্র বিমানটির
গায়ে শক্ত, জমাট বরকের আন্তরণরূপে দেখা
দিতে পারে (১নং চিত্র-খ)। এগুলির আপেক্ষিক
গুরুত্ব ০.৯ আর এগুলি খুবই তড়াতাড়ি জমতে

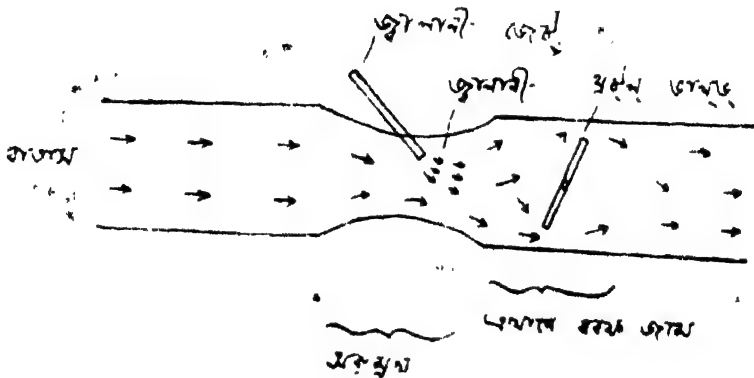
থাকে। এর ফলে বৃষ্টি প্রসারে বিয় বা বেতার যোগাযোগ ব্যবস্থার বিয় তো ঘটেই, উপরন্তু প্লেনের ভারসাম্য ব্যবস্থা বিপর্যস্ত হয়ে পড়ে, বিমানের সঙ্গে বায়ুর ঘর্ষণ বেড়ে যায়, ওজন বেড়ে যাবার ফলে বিমানটি অনির্দিষ্টভাবে নীচে নামতে থাকে—এমন কি, চাপমান বরঙলিও বিকল হয়ে গিয়ে রাইও ল্যান্ডিং (Blind landing) প্রক্রিয়াকেও অসম্ভব করে তোলে।

অতি আর্দ্র ভূগম্ভ, বার তাপমাত্রা -3° সে. থেকে 0° সে.-র মধ্যে বা যে যেখানের অন্ত-নিহিত জলকণাগুলি আকারে বড়, সেগুলি এধরণের বরক তৈরি করতে পারে। আবার একটি উচ্চ স্তর থেকে বৃষ্টি হবার সময় যদি বিমানটি নীচে-কার অপেক্ষাকৃত ঠাণ্ডা বাতাসের মধ্য দিয়ে উড়ে যায়, তাহলেও গ্রেজ জমতে পারে।

আলানীর অন্তর্গমনের পরিমাণও নিয়ন্ত্রিত করা যায়। মিশ্রণের সুবিধার জন্তে মিশ্রণস্থলের মুখটি স্ক্রু করে দেওয়া হয় (2নং চিত্র)। এর ফলে বায়ু প্রচণ্ড বেগে ভিতরে ঢুকতে পারে, কিন্তু স্ক্রু মুখের অপর পাশে চাপ কম থাকায় বায়ু হঠাৎ প্রসারিত হয়। এই প্রসারণের ফলে এবং তরল আলানী জেট থেকে বের হবার সময় বাষ্পীভূত হবার ফলে তাপমাত্রা অত্যধিক হ্রাস পেয়ে বরক জমে যেতে পারে।

স্বতাবতঃই প্রশ্ন মনে আসে—এই ভূযারীভবন দূর করবার উপায় কি? এই ব্যাপারে লক্ষ্যীয় যে, প্রতি একক সময়ে কতটা পুরু হয়ে বরক জমবে, তার মান নির্ভর করে—

(i) একক আয়তনের মধ্যে বা বাতাসে



2নং চিত্র

বিমানের কারবুরেটরে ভূযারীভবন

এছাড়া ছোট প্লেনের কারবুরেটরে (Carburettor) বরক জমে তার ইঞ্জিনটি বিকল করে দিতে পারে। কারবুরেটর হলো ইঞ্জিনের জন্তে প্রয়োজনীয় আলানী ও বায়ু মিশ্রিত করবার যন্ত্র। কারবুরেটর থেকে প্লেনের ইঞ্জিনে কতটা পরিমাণ বায়ুমিশ্রিত আলানী প্রবেশ করবে, তা নির্ধারণ করে থ্রটল ডাল্ড। এই ডাল্ডটির অবস্থান ইচ্ছানুসারে পরিবর্তন করে বায়ুমিশ্রিত

কতটা পরিমাণ জল অতি লীতল অবস্থায় থাকা জলের তর (w),

(ii) বাতাসের তুলনায় বিমানের গতি (v),

(iii) যে ধরণের বরক জমবে তার ঘনত্ব, (ρ),

(iv) বিমানের পাখার ধারণ ক্ষমতা (E)।

গাণিতিক আকারে বলা যায় যে, একক সময়ে

জমা বরকের বেধ $\propto \frac{E w v}{\rho}$

সমীকরণ থেকে বোঝা সহজ, কেন বাজীবাহী বিমানের সম্মুখভাগে জমা বরফের ভুলনার একই পারিপার্শ্বিক অবস্থার ক্ষুণ্ণতার একটি কাইটার বিমানের সম্মুখে জমা বরফের বেধ অনেক বেশী হতে পারে।

E ও w-র মান নিরূপণ হয় :

	E	w গ্রাম/ঘন মি:
বুটি	1	'5-5
ইলসেস্টাফি	'6-'9	'5-2
যেঘ	'4-'6	'2-1

স্পষ্টতঃই, বিমানচালকের প্রথম কাজ হবে বাদলমেঘের উপর দিয়ে ওড়া এবং স্বতটা সম্ভব মেঘ ও ঠাণ্ডা অঞ্চলের বুটিকে পরিহার করে চলা। তবে হিমকণা ও রাইমকে নিয়ে জাবনার বিশেষ কিছু নেই—কেন না, প্লেনের আভাবিক কম্পন ও বাতাসের ঝাপটাই এগুলিকে ঝরানো যেতে পারে। ছোট প্লেনের কারবুরেটারে বরফ

জমা বন্ধ করতে হলে বহিরাগত বায়ুকে তার ঢোকবার পথেই উষ্ণ (Pre-heating) করে নিতে হবে।

অনুবিধা হচ্ছে, প্লেনের সম্মুখভাগের জমাট বরফ দূরীকরণ এসজে। এজন্তে বিভিন্ন যান্ত্রিক ও তাপীয় পদ্ধতি এবং তরল বা পেট্রোলীয় তুবার-রোধক উদ্ভাবিত হয়েছে, তন্মধ্যে গুড্রিচ যান্ত্রিক তুবার-রোধক (Goodrich mechanical de-icer) অন্যতম। এই পদ্ধতিতে যে সমস্ত স্থানে বরফ জমবার আশঙ্কা, সে সব জায়গায় রাবারের আবরণ পরিয়ে দেওয়া হয় ও এই আবরণটিকে পর্যায়ক্রমে প্রসারিত ও সংকুচিত করা হয়। ফলে বরফগুলি আলগা হয়ে আসে ও বাতাসের ঝাপটার উড়ে যায়।

আবহাওয়ার উন্নত ধরনের পূর্বাভাস এবং উন্নত ধরনের বিমান প্রযুক্তির ফলে এই সমস্যাটির সমাধান এখন ধীরে ধীরে সহজ হয়ে আসছে।

সঞ্চয়ন

বার্তাবহ উপগ্রহ

উত্তর আমেরিকা ও ইউরোপের মধ্যে বার্তার আদান-প্রদানের উদ্দেশ্যে ইনটেলস্যাট-4 নামে একটি অতি শক্তিশালী নতুন উপগ্রহ সম্প্রতি মহাকাশে উৎক্ষেপণ হয়েছে। প্রশান্ত এবং ভারত মহাসাগরের উপরিস্থিত মহাকাশে এই বছরের শেষের দিকে আরও দুটি বার্তাবহ উপগ্রহ স্থাপনেরও পরিকল্পনা করা হয়েছে।

এই নতুন বার্তাবহ উপগ্রহটি খুবই উন্নত ধরনের। এর সাহায্যে অন্ততঃ দুগুণ 1000 টেলিফোন বার্তা প্রেরিত হবে এবং 12টি রকীণ টেলিভিশন বার্তা ও চিত্র প্রচার করা সম্ভব হবে।

পৃথিবীতে বহু দূরবর্তী অঞ্চলের মধ্যে বেতার

ও টেলিভিশনের মাধ্যমে সরাসরি বার্তার আদান-প্রদান এতকাল সম্ভব হয় নি। ইকো, টেলস্টার, রিলে, সিকম, ফ্লিয়ার, ফোর, ট্রানজিট, ইনটেলস্যাট প্রভৃতি কৃত্রিম উপগ্রহই এই অন্তবকে সম্ভব করেছে।

রাশিয়ার স্পুটনিক-1 1954 সালে মহাকাশে উৎক্ষেপণ হয়। এর তিন বছর পূর্বে বেল টেলিফোন কোম্পানীর মার্কিন বিজ্ঞানী ডক্টর জন-আর. পিয়ার্স দুই প্রকার কৃত্রিম উপগ্রহের মাধ্যমে যে সমগ্র বিশ্বে দূরবর্তী অঞ্চলের মধ্যে বার্তার আদান প্রদান করা যেতে পারে, বোঝাবোগ স্থাপন করা যেতে পারে, সে বিষয়ে সুনির্দিষ্ট

পথের সন্ধান দেন। এই দুই প্রকার উপগ্রহের মধ্যে একপ্রকার হচ্ছে নিক্সার। পৃথিবী থেকে প্রেরিত বেতার-তরঙ্গসমূহ ঐ সকল উপগ্রহে প্রতিফলিত হয়ে পৃথিবীতে ফিরে আসে।

পৃথিবীর নিরক্ষবৃত্তের 22300 মাইল উচ্চতায় এই সকল উপগ্রহ স্থাপন করা হয়। পৃথিবী 24 ঘণ্টার নিজের কক্ষে একবার আবর্তন করে। ঐ সকল গ্রহ নিরক্ষবৃত্ত এলাকার উপরে বৃত্তাকার কক্ষে পৃথিবীর সমান গতিতে 24 ঘণ্টার পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করে। এভাবে পৃথিবী থেকে যেনে হয়, ঐ সকল উপগ্রহ যেন মহাকাশে একই স্থানে দাঁড়িয়ে রয়েছে।

সক্রিয় উপগ্রহে সাক্ষরসংগ্রাম ও বহুপাতি থাকে। পৃথিবী থেকে প্রেরিত বেতার-তরঙ্গ ঐ সকল যন্ত্র গ্রহণ করে এবং বেতার-তরঙ্গকে আরও শক্তিশালী করে পৃথিবীতে পুনরায় প্রেরণ করে। আর্নি বার্ড, ইকো, সিক্স ইত্যাদি নিক্সার বা প্যাসিভ বার্ডাবহ উপগ্রহ। 1960 সালের অগাস্ট মাসেই বার্ডাবহ উপগ্রহ ইকো মহাকাশে প্রেরণ করা হয় এবং ডক্টর পিরার্সের বক্তব্য প্রমাণিত হয়।

এর দু-বছর পরে বেল টেলিকোন এবং জাতীয় বিমান ও মহাকাশ সংস্থার উদ্যোগে 1962 সালের জুলাই মাসে টেলস্টার-1 নামে দ্বিতীয় ধরনের বার্ডাবহ কৃত্রিম উপগ্রহ মহাকাশে উৎক্ষিপ্ত হয়। এরই সাহায্যে প্রথম টেলিভিশন বার্ডা মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র থেকে ইউরোপে রীলে করা হয় এবং 11ই জুলাই ইংল্যান্ড থেকে আমেরিকার টেলিভিশন বার্ডা প্রচারিত হয়। এই সকল উপগ্রহে থাকে রেডিও রিসিভার, ট্রান্সমিটার বা বেতারে বার্ডা প্রেরণ ও গ্রহণ করবার যন্ত্র এবং বার্ডা পুনরায় প্রেরণ করবার, তা পরিবর্তন ও গ্রহণের অস্ত্রান্ত বহুপাতি। এদের বলা যায় মহাকাশের স্থল বেতার-তরঙ্গের রীলে-কেন্দ্র। ইকো-2 ছাড়া হয় 1964 সালের 25শে জানুয়ারী। এই বেলুন-

জাতীয় মার্কিন উপগ্রহটির সুবোণ-সুবিধা প্রথম সোভিয়েট রাশিয়াও গ্রহণ করে।

সক্রিয় বার্ডাবহ উপগ্রহ রীলে প্রথম উৎক্ষিপ্ত হয় 1962 সালের 13ই ডিসেম্বর। দূর-দূরান্তের মহাদেশসমূহের মধ্যে এরই মাধ্যমে বার্ডার আদান-প্রদান হয়। রিলে-2 উৎক্ষিপ্ত হয় 1964 সালের 21শে জানুয়ারী। মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র জাপানের মধ্যে এর সাহায্যে প্রথম বার্ডার আদান-প্রদান হয়।

মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের উড্ডোগের কলে উপগ্রহের মাধ্যমে বার্ডার আদান-প্রদানের উদ্দেশ্যে ইন্টার-ন্যাশনাল টেলিকমিউনিকেশন অ্যাটেলাইট কন্সরটিয়াম—সংক্ষেপে ইনটেলস্যাট নামে সংস্থা গঠিত হয়েছে। আমেরিকাসহ পৃথিবীর 70টি রাষ্ট্র এই সংস্থার সদস্য। এই সংস্থার পক্ষ থেকে ইতিমধ্যে যে সকল বার্ডাবহ উপগ্রহ মহাকাশে স্থাপন করা হয়েছে, সেগুলির মাধ্যমে বেতার, টেলিকোন ও টেলিভিশনে পূর্ব এশিয়া, দক্ষিণ আমেরিকা, ইউরোপ এবং আফ্রিকার বহু দেশের সঙ্গে বার্ডার আদান-প্রদান সম্ভব হয়েছে।

ইনটেলস্যাট-4 নামে উপগ্রহটি 25শে জানুয়ারী অ্যাটলাসসেক্টর রকেটের সাহায্যে ফ্লোরিডার কেনেডী থেকে মহাকাশে উৎক্ষিপ্ত হয়েছে। এই উপগ্রহটির ওজন 1.5 টন। আজ পর্যন্ত যত বার্ডাবহ উপগ্রহ মহাকাশে উৎক্ষিপ্ত হয়েছে, সেগুলির মধ্যে এটি বৃহত্তম। এটি অ্যাটলান্টিক মহাসাগরের উপরে পৃথিবীর সমগতিতে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করছে।

1972 সাল পর্যন্ত আরও সাতটি বার্ডাবহ উপগ্রহ মহাকাশে উৎক্ষিপ্ত হবে। বর্তমানে ভারত, প্রশান্ত ও অ্যাটলান্টিক মহাসাগরের উপরিস্থিত মহাকাশে যে সকল বার্ডাবহ উপগ্রহ রয়েছে, সেগুলির স্থান ঐ সকল উপগ্রহ গ্রহণ করবে।

ইনটেলস্যাটজাতীয় বার্ডাবহ উপগ্রহসমূহ আমেরিকার কমিউনিকেশন অ্যাটেলাইট কর্পো-

রেশন সংক্ষেপে কনসারভেটর সহযোগিতার নির্মিত হচ্ছে। ইনটেলস্কাট-৩ পরীক্ষার প্রথম উপগ্রহটি ১৯৬৮ সালের সেপ্টেম্বর মাসে উৎক্ষেপণ কালে ধ্বংস হয়ে যায়। ১৯৬৯ সালে পঞ্চম উপগ্রহটির উৎক্ষেপণও সাফল্যমণ্ডিত হয় নি। ইনটেলস্কাট-৩ পরীক্ষার আরও দুটি উপগ্রহ অ্যাটলান্টিক ও প্রশান্ত মহাসাগরের উদ্দেশ্যে স্থাপন করা হয়েছে। আর ইনটেলস্কাট-৩ উপগ্রহটি

ভারত মহাসাগরের উদ্দেশ্যে সরে এসেছে। এটি উৎক্ষিপ্ত হয় ১৯৬৮ সালে। অ্যাটলান্টিক, প্রশান্ত ও ভারত মহাসাগরের উপ-কূলবর্তী বহু রাষ্ট্র বার্তার আদান-প্রদানে এই সকল উপগ্রহের সুযোগ-সুবিধা লাভ করেছে। ১৯৭০ সালের জানুয়ারী মাস পর্যন্ত পৃথিবীর ২৭টি দেশে এই সকল বার্তা গ্রহণের জন্যে ৪৩টি কেন্দ্র স্থাপিত হয়েছে।

হোভার ট্রেলার

সিভিল ইঞ্জিনিয়ার ও তৈলকূপ খননকারীদের অনেক সময় দুর্গম অঞ্চলে এমন সব ভারী ভারী যন্ত্রপাতি নিয়ে কাজ করতে হয় যে, সেগুলি সেখানে নিয়ে যাওয়া এক সমস্যা হয়ে দাঁড়ায়। ব্রিটিশ বিজ্ঞানীরা একজনে এক নতুন ধরনের মালবাহী গাড়ি উদ্ভাবন করেছেন—নাম হোভার ট্রেলার। লরী বা সাধারণ ট্রেলার চলবার পক্ষে সম্পূর্ণ অসুপযুক্ত জমির উপর দিয়ে নিয়ে যাবার পক্ষে এটি খুবই উপযোগী।

হোভার ক্র্যাঙ্কট ডাঙা জমি বা সমুদ্রের উপর দিয়ে বাজী ও মাল নিয়ে অনায়াসে চলাচল করে। হোভার ট্রেলারও অনেকটা সেই হোভার ক্র্যাঙ্কটের মতই কাজ করে। হোভার ক্র্যাঙ্কট ও হোভার ট্রেলার উভয়েই জমি বা জলের একটু উপরে থেকে চলাচল করে। এগুলির তলার থাকে বায়ুপূর্ণ গদী বা এয়ার কুশন। তবে হোভার ক্র্যাঙ্কটের নিজস্ব স্বয়ংচালিত ইঞ্জিন রয়েছে, আর হোভার ট্রেলারকে টেনে নিয়ে যেতে হয় ছোট ট্রাক্টর, কখনও বা মানুষের সাহায্যে।

হোভার ট্রেলারগুলি তৈরি করেছেন সাবা-স্পাটনের (বক্ষিণ ইংল্যান্ড) এয়ার কুশন ইকুইপ-মেন্ট লিমিটেড। এতে থাকে একটি কঠিন

ইম্পাভের প্র্যাটিকরম এবং তার চারপাশ থেকে কুলে থাকে নাইলনের ঝালর। শক্তিশালী পাখার সাহায্যে জমি ও প্র্যাটিকরমের মধ্যে এমন ভাবে বাতাস ভরা হয় যে, ঝালরগুলি কুলে ওঠে এবং একটি এয়ার কুশন তৈরি করে। প্র্যাটিকরমটি ঐ এয়ার কুশনের উপর ভাসতে থাকে।

এই ধরনের হোভার ট্রেলার ব্যবহৃত হবে আলাকা ও ক্যানাডায় বনিজ তৈল উৎপাদনের কাজে। বছরের অধিকাংশ সময়ই ঐ অঞ্চলের জমি বরফে ঢাকা থাকে, কিন্তু এখানে সেই বরফ গলে সমস্ত অঞ্চলটি জলকাদার মাথামাখি হয়ে যায় এবং যে কোন ধরনের চক্রবানের পক্ষেই অগম্য হয়ে ওঠে।

কৃষিজমির উপর দিয়ে যখন বৈদ্যুতিক তার নিয়ে বাবার প্রয়োজন হয়, তখনও এই হোভার ট্রেলারগুলি কাজে লাগানো যেতে পারে।

বড় বড় ইম্পাভের স্তম্ভের উপর দিয়ে ভারী ভারী বৈদ্যুতিক তার নিয়ে বাবার দরকার হলে সেগুলিকে যদি হোভার ট্রেলারে চাপিয়ে নিয়ে যাওয়া হয়, তবে কৃষিক্ষেত্রের খুব অল্পই ক্ষতি হয়। কেন না, এগুলিকে টেনে নিয়ে যায় ট্রাক্টর, যা কৃষিক্ষেত্রের উপযোগী করেই তৈরি করা হয়।

এই একই কারণে মাটিতে বসে যাবার সম্ভাবনাও কম থাকে।

হোতার ট্রেলারগুলি কবকেরা নিজেদের

কাজেও ব্যবহার করতে পারেন। এয়ার কুশন ইকুইপমেন্ট লিমিটেডের ধারণা এগুলি গ্রীষ্মপ্রধান দেশে শস্তবহনের কাজের পক্ষে বেশ উপযোগী হবে।

মরুভূমিতে খাতোৎপাদন

পৃথিবীর সাতটি সমুদ্রের জলে পাঁচ হাজার কোটি টন লবণ রয়েছে, অর্থাৎ প্রতি 100 পাউণ্ডে আছে 3.3 পাউণ্ড। এই লবণ সারা পৃথিবীতে ছড়িয়ে দিলে পৃথিবীর বর্তমান স্তর আরও 500 ফুট উচু হয়ে পড়বে।

এই বিপুল পরিমাণ লবণের জন্তে সমুদ্রের জলকে কি পানীয়, কি চাষ-আবাদ বা অন্য কোন কাজে লাগানো যায় নি।

মাছের আবহমানকাল সমুদ্রের জল থেকে লবণ সংগ্রহ করেছে। কিন্তু সমুদ্রের লবণাক্ত জলকে লবণমুক্ত করে সেই জলের সাহায্যে সমুদ্রোপকূলবর্তী লক্ষ লক্ষ মাইল জুড়ে যে মরুভূমি ও বহু ভূমি রয়েছে, তাতে কসল ফলানো বা চাষ-আবাদের উদ্যোগ এর আগে আর হয় নি। তবে ব্যক্তিগত উপায়ে যুক্তিকাগর্ভ থেকে জল সংগ্রহ করে অথবা নিকটবর্তী অঞ্চলের কোন নদী থেকে খাল কেটে এনে সেই জলের সাহায্যে বহু ভূমি ও মরুভূমি অঞ্চলে কসল ফলানোর উদ্যোগ এর আগেও হয়েছে, এখনও হচ্ছে।

পৃথিবীর সমুদ্রোপকূলের 20,000 মাইল স্থান জুড়ে রয়েছে মরুভূমি। সমুদ্রের জল থেকে বিদ্যুৎ-শক্তি উৎপাদন করে এবং সেই শক্তির সাহায্যে লবণাক্ত জলকে লবণমুক্ত করে মরুভূমি ও বহু অঞ্চলে কসল ফলানোর পরিকল্পনা রক-ফেলার কাউন্সিলের উদ্যোগে আমেরিকা গ্রহণ করেছে।

অতি অল্প খরচে লবণাক্ত জলকে লবণমুক্ত করার পদ্ধতি উদ্ভাবিত হলে এই জলের সাহায্যে উৎপন্ন কসল পৃথিবীর খাদ্যত্যাগ মেটাতে

অনেকখানি সহায়ক হতে পারে বলেই বিজ্ঞানীদের ধারণা। পৃথিবীর বিভিন্ন দেশের 700 কারখানায় ইতিমধ্যেই 25 কোটি টন লবণমুক্ত জল উৎপন্ন হচ্ছে। চাষ-আবাদের জন্তে মরুভূমি অঞ্চলে যে পরিমাণ জলের প্রয়োজন, এ তার বিমুখ মাত্র। তবে এই মূল্যবান জলের অতি সামান্য অংশ নিয়ে কৃত্রিম উপায়ে বহু ভূমি ও মরুভূমি অঞ্চলে কসল ফলানো যায় কিনা, সে বিষয়ে পরীক্ষা-নিরীক্ষা হচ্ছে। আমেরিকার এনভিরনমেন্টাল রিসার্চ লেবরেটরী অব দি ইউনিভার্সিটি অব অ্যারিজোনার ইনস্টিটিউট অব অ্যাটমস্ফেরিক ফিজিক্স এই পরীক্ষামূলক পরিকল্পনা তৈরি করেছেন।

অ্যারিজোনা বিশ্ববিদ্যালয়ে এবিবিরে প্রাথমিক গবেষণা ও তথ্যসংগ্রহের পর ঐ বিশ্ববিদ্যালয়ের এনভিরনমেন্টাল রিসার্চ লেবরেটরী এবং মেক্সিকোর সোনোরা বিশ্ববিদ্যালয়ের উদ্যোগে সোনোরা রাজ্যে ক্যালিকোর্নিয়া উপসাগরের পশ্চিম উপকূলস্থিত পুর্তো পেনাসকোতে একটি গবেষণাগার নির্মিত হয়েছে। এছাড়া বহু ভূমিতে কসল ফলানোর সমস্ত সন্ধানের উদ্দেশ্যে মধ্য-প্রাচ্যে আরব সাগরের তীরবর্তী আবুধাবিতেও আর একটি পরীক্ষামূলক গবেষণাগার তৈরি হচ্ছে।

অ্যারিজোনা বিশ্ববিদ্যালয়ের বিজ্ঞানীরা এই প্রসঙ্গে বলেছেন যে, অল্প খরচে লবণমুক্ত জল উৎপাদনের পদ্ধতি এখনও উদ্ভাবিত হয় নি। এজন্তে অদূর ভবিষ্যতেও এই জলের সাহায্যে প্রচলিত পদ্ধতিতে কম খরচে চাষ করা সম্ভব হবে না। তাঁরা অতি অল্প পরিমাণ লবণমুক্ত

জলের সাহায্যে চাব করবার ও ফল উৎপাদনের এক বিকল্প পদ্ধতির সন্ধান দিয়েছেন।

এই পদ্ধতিতে সমুদ্র তীরবর্তী বহু ভূমি ও মরু অঞ্চলে শাকসজি ও শস্ত উৎপাদনের উপযোগী ভবন নির্মিত হয়। প্রাকৃতিকের নির্মিত এই সকল ভবনে বা গ্রীন হাউসে উপযুক্ত পরিমাণ আলো বাতাসের অভাব বাতাসে না হয় তারও ব্যবস্থা থাকে। ডিজেল ইঞ্জিনে উৎপন্ন বিদ্যুৎ-শক্তির সাহায্যে সমুদ্রের জলকে লবণমুক্ত করবার পর সেই জল একটি নলের সাহায্যে এই ঘরে সরবরাহ করা হয়। এই পদ্ধতিতে বিদ্যুৎ-শক্তির সাহায্যে লবণাক্ত জলকে উত্তপ্ত করা হয় এবং ঐ জলের দশ ভাগ লবণমুক্ত জলে পরিণত হয়। বাকী ৯০ ভাগ পুনরায় সমুদ্রে নিক্ষেপ করা হয় অথবা গ্রীন হাউসকে উত্তপ্ত রাখবার জন্তে সেখানে প্রেরণ করা হয়।

মরুভূমিতে কোন উদ্ভিদের বৃদ্ধির সময়ে তার খাস-প্রখাস নেবার ক্ষুদ্র হিঙ্গ্রসমূহ উন্মুক্ত থাকে বলে তার বা ওজন তার এক-শ' গুণ জল সেচন করতে হয়। এই জলের বেশ কিছুটা বাষ্প হয়ে উবে যায়। তবে এই জল বাষ্পীভূত হয়ে উদ্ভিদের দেহকে ঠাণ্ডা রাখে। এছাড়া উদ্ভিদের শারীরক্রিয়ায় এর ভূমিকা খুব বড় রকমের কিছু নয় বলে শারীর-বিজ্ঞানীদের ধারণা। অতরাং কোন বদ্ধ ঘরে বা কোন প্রক্রিয়ায় উদ্ভিদের দেহকে ঠাণ্ডা রাখবার ব্যবস্থা করতে পারলে লবণমুক্ত জল সরবরাহের পরিমাণ প্রভূত পরিমাণে হ্রাস করা যেতে পারে।

এই সকল তথ্যের ভিত্তিতেই বিজ্ঞানীরা মরুভূমি অঞ্চলে গ্রীন হাউসের বদ্ধ পরিবেশে উদ্ভিদ জন্মানোর উদ্যোগ করেন। এই সকল বিশাল ভবনের অন্তরস্থ বাতাসের সঙ্গে বাইরের বাতাসের কোন সংযোগ নেই। কিন্তু সেখানে সর্বদাই সমুদ্রের জল সিঁকনের ও বাতাস সরবরাহের ব্যবস্থা রয়েছে। বলে এর দ্বারা দুটি উদ্দেশ্য সাধিত হয়ে থাকে।

প্রথমতঃ সময় ও ঋতু অসুবিধারী এই সিক্ত জল গ্রীন হাউসের বাতাসকে উত্তপ্ত বা ঠাণ্ডা রাখে। এছাড়া ঐ ঘরের বাতাসের জলীয় অংশও এর কলে বৃদ্ধি পায় এবং স্যাঁতসেঁতে আবহাওয়া গাছপালা বৃদ্ধির পক্ষে সহায়ক হয়ে থাকে। উদ্ভিদের পত্রপত্রব কিছুটা জল আশ্বাস্য করে। এজন্তে সাধারণতঃ যে পরিমাণ জল সেচন করতে হয়, এই প্রক্রিয়ায় সেই পরিমাণে জল প্রয়োগের আদৌ প্রয়োজন হয় না।

বর্তমানে পুরেভো পেনাসকোতে পলিথিলিন ফিল্মের তৈরি চারটি গ্রীন হাউস রয়েছে—এগুলির পরমায়ু ১২ থেকে ১৪ মাস। পলিথিলিন আচ্ছাদনের মস্ত সুবিধা এই যে, বধন খুসী যে কোন ব্যক্তি এই সকল বদলাতে পারেন, তার জন্তে দক্ষ শ্রমিকের কোন প্রয়োজন হয় না। এই সকল গাছপালা জন্মানোর ঘর দৈর্ঘ্যে ১০০ ফুট এবং প্রস্থে ১২ ফুট। প্রত্যেকটি গ্রীন হাউসে চাষের জন্তে থাকবে ৪৬০০ বর্গফুট স্থান।

সমুদ্রের তীরেও প্রত্যক্ষভাবে শস্ত রোপণ করা হয় এবং তাদের উপর সমুদ্রের লবণমুক্ত জল সেচন করা হয়ে থাকে। শস্তবৃদ্ধির সহায়ক উপকরণসমূহ মিশিয়েই ঐ জল ঐ সকল শস্তে প্রয়োগ করা হয়। সেখানে কোন রকম আগাছা জন্মে না বলে উদ্ভিদের রোগের সমস্যাও সেখানে নেই। মরুভূমিতে গাছপালা জন্মানোর ঘরে টোম্যাটো, শসা, লেবু, লেটুস প্রভৃতি আঠারো রকমের তরিতরকারী উৎপন্ন হয়েছে। গুণাগুণের দিক থেকে এগুলি অতি উৎকৃষ্ট ধরণের।

গ্রীন হাউসের ভিতরের আবহাওয়ার সঙ্গে বাইরের আবহাওয়ার কোন সংযোগ থাকে না। সেখানকার স্যাঁতসেঁতে পরিবেশ বজায় রাখবার উদ্দেশ্যে গাছপালার আলোক-সংলগ্ন প্রক্রিয়া চালু রাখবার জন্তে কার্বন ডাই-অক্সাইড সরবরাহ করতে হয়।

বর্তমানে পুষ্টিকর তরকারী উৎপাদনের উপরেই অধিকতর গুরুত্ব অর্পণ করা হয়েছে। তবে আর্থিক সামর্থ্যাহীনতার জন্য বিবরণ—এমন কি, খান

উৎপাদন নিয়েও পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালানো হচ্ছে। এই পদ্ধতিতে পুষ্টিকর খাদ্যসমৃদ্ধ তরিতরকারী পৃথিবীর বহু অঞ্চলেই উৎপাদন করা যেতে পারে।

সমুদ্র ও আবহাওয়া দূষিত হবার সমস্যা

প্রতি বছর লক্ষ লক্ষ টন মূল্যবান, জলাশয়, নানাবিধ রাসায়নিক দ্রব্য অবশেষে সমুদ্রে গিয়েই জমা হচ্ছে। বৃষ্টির ধারা নদীনালাসাহায্যে এসব আবর্জনা সমুদ্রে নিয়ে যাচ্ছে। তাছাড়া কলকারখানার পুঞ্জীভূত আবর্জনাও মাছ সমুদ্রেই ঢালছে। কলে সমুদ্রের পরিবর্তন ঘটছে। কালক্রমে হয়তো এমন দিন আসবে, যখন সমুদ্রে কোন প্রকার প্রাণীরই আর বেঁচে থাকা সম্ভব হবে না।

বাতাস সম্পর্কেও মাছ একই রকম বিচার-বিবেকহীন বেগোরেগো মনোভাবের পরিচয় দিচ্ছে। পৃথিবীর এই আকৃতির তুলনার বতটুকু বাতাস তাকে ঘিরে রয়েছে, তুলনামূলক ভাবে তা আপেলের খোসার মতই পাতলা, তার চেয়ে ভারী নয়। বাতাস এই পরিমাণে দূষিত হচ্ছে যে, তা আশঙ্কার কারণ হয়ে দাঁড়িয়েছে। একে যদি রোধ করা না যায়, তবে অদূর ভবিষ্যতেই শ্বাস-প্রশ্বাস রুদ্ধ হয়ে পৃথিবীর বাবতীর প্রাণীর মৃত্যু ঘটতে পারে।

কোন কোন বিজ্ঞানীর ধারণা, মাছের নিজে যে পরিবেশ সৃষ্টি করেছে, তার মধ্যে খুব বেশী দিন তার পক্ষে বেঁচে থাকা সম্ভব হবে না। অনেক অবশ্য এরকম নিরাশাবাদী নয়। কিন্তু আবহাওয়া দূষিতকরণ, প্রাকৃতিক সম্পদের অপচয় এবং জনসংখ্যা বৃদ্ধি বর্তমান হারে চলতে থাকলে প্রাণীদের বাঁচিয়ে রাখবার যে ব্যবস্থা পৃথিবীতে রয়েছে, সেই ব্যবস্থার উপর প্রতিক্রিয়া যে খুবই ক্ষতিকর হবে—এই কথা তাঁরাও স্বীকার করেন।

কেবলমাত্র ভাসাতাসাতাবে বাইরের দিক

থেকে এই বিষয়টি বিবেচনা করে দেখলে যেন হবে, যেন অর্থনৈতিক উন্নতিসাধন এবং ক্ষুদ্র হয়ে বেঁচে থাকবার মধ্যে একটা বিরোধ আছে। অল্প কথায়, হয় বৈজ্ঞানিক উন্নতির স্কলন নতুবা মালিন্যমুক্ত স্বচ্ছ পরিবেশ—এই দুটির মধ্যে একটিকে বেছে নিতে হবে। প্রকৃত বিষয়টি তা নয়, একটিকে পেতে হলোই যে আমাদের আর একটিকে ছাড়তে হবে এমন কোন কথা নেই।

মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র দশ বছরের মধ্যে আবহাওয়ারকে কলুষমুক্ত রাখবার জন্তে 1970 সালের 1লা জানুয়ারীতেই সরকারীভাবে প্রথম ব্যবস্থা অবলম্বন করে এবং জাতিসংঘ এনভায়রনমেন্টাল অ্যাক্ট নামে আইনটি চালু হয়। যে ব্যবহার মাছ ও প্রকৃতির মধ্যে সামঞ্জস্যপূর্ণ সম্পর্কে বজায় রাখা এবং বর্তমানে ও ভবিষ্যতে মাছের সামাজিক, অর্থনৈতিক ও অন্যান্য প্রয়োজন মেটানো সম্ভব, সেই অবস্থা সৃষ্টি এবং তা বজায় রাখবার জন্তে সকল রকম কার্যকরী ব্যবস্থা অবলম্বনের প্রতিশ্রুতি এই আইন অঙ্গবাহী গ্রহণ করা হয়েছে।

জলবায়ু দূষিত হবার কলে জলে ও স্থলে সকল প্রাণীরই জীবন বিপর হয়ে পড়ছে। এই সকল বিপদের বিরুদ্ধে সংগ্রাম ও প্রাণীসমূহকে রক্ষা করার উদ্দেশ্যে উদ্ভোগী হবার জন্তে পৃথিবীর সকল দেশকেই মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র থেকে আহ্বান জানানো হয়েছে। এছাড়া সংশ্লিষ্ট রাষ্ট্রসমূহকে জাতিসংঘ পার্ক নির্মাণ এবং বস্ত্র প্রাণী সংরক্ষণের স্থান গড়ে তোলবার জন্তে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের পক্ষ থেকে কারিগরী সাহায্য দেবারও প্রস্তাব করা হয়েছে।

গবেষণাগারে অতীন্দ্রিয়-বোধের পরীক্ষা

গোপাল রায়*

বৃহদারণ্যক উপনিষদের মতে, মন হলো বোধস্থতির বস্তু (Organ of preception)। ছাশ্বোগ্য উপনিষদে একটা তুলনার সাহায্যে বলা হয়েছে, দুটি আমলকি হাতে নিয়ে মুঠো করলে মুষ্টিবদ্ধ হাত যেমন তা অল্পভব করে, মন তেমনি বাক ও নাম অল্পভব করে—এই দুটিকে মন ধরে রাখে। কঠোপনিষদও দিয়েছে এক রথের তুলনা। তাতে ইঞ্জিরগুলি হলো রথের ঘোড়া, বুদ্ধি তার সারথি, মন হলো সারথির হাতের লাগাম। সহজ কথায় বুদ্ধি মনের সাহায্যে ইঞ্জিরগুলিকে নিয়ন্ত্রণ করে। Spinoza-র মতে, দেহ এবং মন বেন একখানা কাগজের এপিঠ আর ওপিঠ। আসলে দুটি পিঠ মিলেই একখানা কাগজ। বস্তু এবং মন মিলে সৃষ্টি করেছে একটাই প্রবাহ। বাক্যে ভিতর থেকে মনে হয় চিন্তা আর বাইরে থেকে মনে হয় শারীরিক চলনশীলতা। Henry Bergson-এর মতে, মন এতটা নিষ্ক্রিয় নয়, মনের একটা বস্তু-সম্পর্কশূন্য স্বজনশীল সক্রিয়তা আছে। Herbert Spencer মনের উৎপত্তি দেখাতে গিয়ে যে ক্রমবিবর্তনের কাহিনী গুনিয়েছেন, তার শুরু শুধুমাত্র নীহারিকা-পুঞ্জ থেকে এবং একেখেকেই করনা, বুদ্ধি, বুদ্ধিবোধ ও চৈতন্যের সৃষ্টি। গত আড়াই থেকে তিন হাজার বছর ধরে অসংখ্য মনীষীর চেষ্টায় যে জ্ঞানের পাহাড় জমেছে, এখন তার পুরা চাপটা পড়েছে বিংশ শতাব্দীর মস্তিষ্কে। তা সত্ত্বেও বেগুলি সম্পর্কে পাইই কোন বৈজ্ঞানিক সিদ্ধান্তে আসা সম্ভব হয় নি, মন জ্ঞানের মধ্যে একটি।

বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী নিয়ে পর্ববেষণ শুরু করলে প্রথমেই যে সাধারণ সত্যটা আমাদের

চোখে পড়ে, তা হলো—মন বা-ই হোক না কেন, সে ইঞ্জিরের কারার বন্দী।

আমাদের ইঞ্জিরগুলি বেন জানালা, যার মধ্য দিয়ে পারিপার্শ্বিক জগতের খবর আসে। এই জানালাগুলির পরিসর খুবই সীমিত। চোখের ক্ষেত্রে বলা যায়—নির-কম্পাঙ্কের (যেমন 10^5 cycles প্রতি সেকেন্ডে) বেতার-তরঙ্গ থেকে শুরু করে উচ্চ-কম্পাঙ্কের (যেমন প্রতি সেকেন্ডে 10^{12} cycles) গামারশ্মি পর্যন্ত তড়িৎ-চৌম্বক তরঙ্গের যে দীর্ঘ কম্পাঙ্ক-পরিসর তার একটি অতি নগণ্য অংশ (0.4×10^{15} c/s থেকে 0.75×10^{15} c/s) আমাদের চোখে আলো বলে মনে হয়। কম্পন বিজ্ঞতিরও একটি বিশেষ অংশই কেবল শব্দ বলে কানে ধরা পড়ে। তবুও একথা ঠিক যে, মনকে যদি কিছু জানতে হয়, তবে তাকে এই সঙ্কীর্ণ পরিসরের কাঁক দিয়েই উকি মারতে হবে। এর বাইরে মন নিরুপায়—জানলাভে অক্ষম। আলমারীর মাথা থেকে নীচের দিকে নামছে একটা টিকটিকি। যদি আমার চোখ বন্ধ থাকতো অথবা মাঝখানে দেয়াল তুলে আলমারীটা আড়াল করা হতো, তবে মন জানতেই পারতো না যে, একটা টিকটিকি নামছে। ইঞ্জিরের পরিসর বতাই কম হোক, তার মধ্যেই মনের সক্রিয়তা, তার বাইরে নিষ্ক্রিয়তা—মন ইঞ্জিরের কারার বন্দী।

বিজ্ঞানের যে শাখা এটা অন্বেষণ করলো, তার নাম পরামনোবিজ্ঞা (Para-psychology)। সূত্রসং বস্তুবুধ (Objective) জগতের সাহায্য ছাড়াও মন যে জানলাতে সক্ষম, এটা হাতে-

*ইলেকট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং বিভাগ, পাবনা ইঞ্জিনিয়ারিং কলেজ, চতুর্থ বর্ষ।

কলমে প্রমাণ করে দেখবার ভার পড়লো তার উপর। যদিও পরামনোবিজ্ঞা ও সাইবারনেটিক্স (Cybernetics) বিজ্ঞানের শাখাগুলির মধ্যে নবীনতম, তথাপি একথা মনে রাখতে হবে যে, এই দুটি জড়-বিজ্ঞানের পরিণত বয়সের সৃষ্টি। সুতরাং অপেক্ষাকৃত পরিণত মন নিয়েই শাখা দুটির জন্ম।

মথ এবং পিট-ভাইপার অবলোহিত রশ্মি দেখতে পার। কম্পন-বীণা প্রতি সেকেন্ডে 20×10^5 cycles ছাড়িয়ে গেলেও শব্দোত্তর শব্দ বাজুড়েরা শুনেতে পার, Elasmobranch ও Gymnotids-এর বৈদ্যুতিক সঙ্কেত অহুতব করবার ক্ষমতা আছে। এগুলির দিকেই প্রথম পরামনোবিজ্ঞার নজর পড়েছিল। কিন্তু পরে দেখা গেল, এগুলির কারণ সম্পূর্ণভাবেই শারীরবৃত্তগত।

বিষয়বস্তু জগতের সাহায্য ছাড়াও মন জ্ঞান লাভ করতে পারে কিনা, এটা যেমন অনিশ্চিত, তেমনি কোয়ান্টাম উপপাত্তের মতে, আলোর কোটন অথবা ইলেকট্রনের গতিবিধিও অনিশ্চিত। এই দুটি অনিশ্চিত পদ্ধতিকে পরস্পরের উপর স্থাপন করে Dr. Helmut Schmidt একটা নতুন পরীক্ষা করেছেন।

মনে করা যাক, আলো এসে পড়ছে এক ধানী অর্ধবৃত্ত আয়নার উপর, যাতে আপতিত আলোর ঠিক অর্ধেকটা প্রতিফলিত হয় ও বাকী অর্ধেকটা প্রতিসরিত হয়। যে অসংখ্য কোটনের প্রবাহ আছে আলোক রশ্মির মধ্যে, পরিসংখ্যানগত হিসাবে তার অর্ধেকটা প্রতিফলিত ও অপর অর্ধেকটা প্রতিসরিত হবে। কিন্তু যদি কোন উপায়ে একটা মাত্র কোটনের গতিবিধি লক্ষ্য করা সম্ভব হতো, তবে সেটি আয়নার উপর এসে পড়লে প্রতিসরিত হবে, না প্রতিফলিত হবে? এটি কোন নিয়ম-নির্দিষ্ট নয়। যেন মনে হয় স্বতন্ত্রভাবে কোটনগুলি স্বাধীন, কিন্তু দলগতভাবে একটা শৃঙ্খলা বেনে চলছে। যেহেতু কোটনটি প্রতিফলিতও হতে পারে আবার প্রতিসরিতও

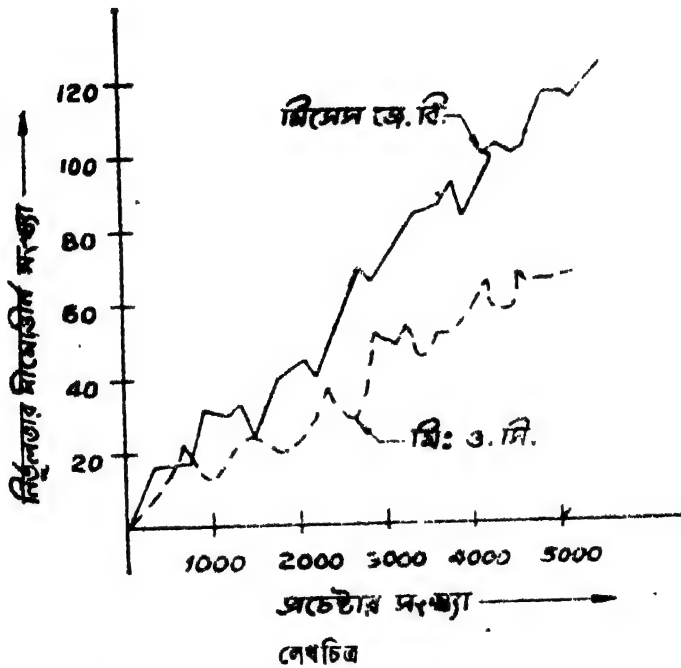
হতে পারে, সেহেতু কোটনটির গতিপথ নিয়ে ভবিষ্যদ্বাণী করলে শতকরা 50 ভাগ মাত্র সত্য হবার সম্ভাবনা। যদি এটা সম্ভব হতো যে, কোন লোক আয়নার সামনে বসে আপতিত আলোর সবগুলি কোটনের গতিপথ নিয়ে দিনের পর দিন ভবিষ্যদ্বাণী করে গেল, তবে বড় দীর্ঘকাল ধরেই সে চেষ্টা করুক না কেন, তার পরিসংখ্যানগত নিভুলতার সীমা হবে শতকরা 50 ভাগ। অপর পক্ষে যদি দেখা যায় যে, কোন লোকের ভবিষ্যদ্বাণী পরিসংখ্যানগত নিভুলতার সীমা (50%) বার বার ছাড়িয়ে যাচ্ছে, সে ক্ষেত্রে দুটি সম্ভব—হয় Quantum process সম্পর্কে ভবিষ্যদ্বাণী সম্ভব অথবা ওই লোকগুলি ভবিষ্যৎ ঘটনা অহুমান করতে পারে, তাদের মন ভবিষ্যৎ সত্যকে বুঝতে পারে বিষয়বস্তু জগতের সাহায্য ছাড়াই।

Dr. Schmidt প্রথমে 100 জন সাধারণ মানুষকে নিয়ে পরীক্ষাটি করেন। তাদের সকলেরই পরিসংখ্যানগত নিভুলতা হলো অনিশ্চয়তার কলাকল, কোন রকম ধারাবাহিকতা অথবা বৈশিষ্ট্য তার মধ্যে দেখা গেল না। শেষে তিনি ডাকলেন মিসেস জে. বি., মিটার ও. সি. এবং মিস এস. সি.কে। এঁদের সকলেরই সুনাম আছে বিশেষভাবে আত্মিক ক্ষমতাসম্পন্ন বলে। মিসেস জে. বি. আত্মিক উন্নয়নের শিক্ষিকা, মিটার ও. সি. লরীর ড্রাইভার এবং মিস এস. সি. তার মেয়ে।

পরীক্ষায় Dr. Schmidt কোটন-প্রবাহের বদলে ব্যবহার করলেন ইলেকট্রন-প্রবাহ, যার উৎস হলো ট্রান্সিরাম-90-এর তেজস্ক্রিয়তা, পাশে রাখা একটা গাইগার-মুলার কাউন্টার (Geiger-Mueller counter)। দেখা গেল, তেজস্ক্রিয়তার গড়ে প্রতি সেকেন্ডে দশটি ইলেকট্রন আসছে। কোয়ান্টাম উপপাত্ত বলে, এক সেকেন্ড সময়ের মধ্যে ওই ইলেকট্রনগুলির সঠিক আগমন-বহুর্ভ অনির্দিষ্ট। এই ইলেকট্রন-প্রবাহের পথে রাখা হলো একটা ঘূর্ণায়মান স্ট্রীচ, যার সঙ্গে

বৈজ্ঞানিক তার দিয়ে যুক্ত আছে দূরের একটি বোর্ডে চারটি রঙীন আলো। সুইচ যে অবস্থানে থাকবে, তার উপর নির্ভর করবে—কোন আলোটি জ্বলে উঠবে। তেজস্ক্রিয়তার বশবশত ইলেকট্রন এসে পড়ে (এই মুহূর্তটি অনিদিষ্ট) একটি নির্দিষ্ট ইলেকট্রনীয় প্রক্রিয়া সুইচটিকে হঠাৎ খামিরে দেয় এবং বোর্ডের চারটির মধ্যে একটি আলো জ্বলে ওঠে। ধরা যাক, মিসেস জে. বি. জাবলেন, এবার ৩নং আলোটি জ্বলবে, তিনি তার আগের নম্বর অর্থাৎ দু-নম্বর আলোর সুইচটি টিপে তার সিদ্ধান্ত

এই পরীক্ষার বাহ্যিক পরিকল্পনা এমনভাবে করা হয়েছিল, যাতে প্রতি সেকেন্ডে দুটি প্রচেষ্টা সম্ভব হয়। পরীক্ষার সময় আত্মিক ক্ষমতাসম্পন্ন ব্যক্তিরা অবশ্য অনেক বীরে বীরে কাজ করেছেন। তারা গড়ে প্রতি দুই সেকেন্ডে একটি করে সিদ্ধান্ত জানিয়েছেন। প্রথম বার তিন জনকে নিয়ে মোট প্রচেষ্টার সংখ্যা ছিল ৬৩০০০। পরিসংখ্যানগত নিষ্ঠুরতা ছিল ২৯.৪%। এই উচ্চ মাত্রার নিষ্ঠুরতার হার খুঁজে পাবার সম্ভাবনা পাঁচ শত লক্ষের মধ্যে মাত্র এক। দ্বিতীয়বার প্রচেষ্টার সংখ্যা ছিল



জানালেন। একটি স্বয়ংক্রিয় গণনাকারী যন্ত্র তার প্রচেষ্টা লিখে রাখলো এবং যদি তার ধারণা ঠিক হয় অর্থাৎ একটু পরে সত্যই ৩নং আলোটি জ্বলে ওঠে, তবে সেটাও স্বয়ংক্রিয়ভাবে লেখা হয়ে যাবে। Dr. Schmidt বলেন, সিদ্ধান্ত সত্য হবার সম্ভাবনা বেশী থাকে, যদি পরীক্ষাধীন ব্যক্তিরা হ্রস্ব গভীরভাবে আগ্রহী এবং আশাবাদী। তাদের মানসিক অবস্থার উপর পরীক্ষার ফলাফল নির্ভর করে।

২০,০০০। এর মধ্যে ১০,৬৭২টি প্রচেষ্টা ছিল উচ্চ মাত্রার নিষ্ঠুরতার হার লক্ষ্য করে। পরিসংখ্যানগত নিষ্ঠুরতা ৩২.১% এবং এই উচ্চ হার খুঁজে পাবার সম্ভাব্যতা 10^{10} -এর মধ্যে একের চেয়েও কম। Dr. Schmidt উপরের লেখচিত্রে দেখিয়েছেন, প্রচেষ্টার সংখ্যা বত বাড়ানো হয়েছে, পরিসংখ্যানগত নিষ্ঠুরতা ততই ২৫%-এর উপরে উঠে গেছে (যেহেতু এখানে আলোর সংখ্যা চারটি, সুতরাং পরিসংখ্যানগত নিষ্ঠুরতার সীমা ২৫%)।

গবেষক Dr. Schmidt যত্নব্য প্রকাশ করেছেন যে, মনের ইচ্ছাশক্তি অসুস্থ শক্তির ফলে এখানে Quantum process সম্পর্কেও তথ্যসমৃদ্ধি সম্ভব হয়েছে। তার এই ধারণা খুবই বিতর্কমূলক, কারণ এটা হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা-প্রভা (Uncertainty principle) বিরোধী।

মনের 'ইচ্ছাশক্তি বোধ' (Extra-Sensory Perception সংক্ষেপে ESP) বিজ্ঞানের দৃষ্টিতে সমস্যাগুলির অন্তর্গত। কোরাটায় তত্ত্বের সঙ্গে মিলিয়ে Dr. Schmidt-এর পরীক্ষা এই প্রথম

আধুনিক পদার্থ-বিজ্ঞানের একটি বড় সত্যের প্রতিবাদ করলো। কোরাটায় তত্ত্বের জন্ম হয়েছিল বিংশ শতাব্দীর প্রথম দিকে। তার পর থেকে প্রায় এক শতাব্দীর তিন-চতুর্থাংশ ধরে এই তত্ত্ব বিজ্ঞানের বিভিন্ন অগ্রগতিকে নিতুর্ল-ভাবে নিরসন করেছে। তথাপি একথা ঠিক, বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে পরীক্ষার বিপরীতমুখী ফলাফল যাত্রাই আশার বস্তু, যা হয় কিস্তির মত আপাত প্রতীয়মান সত্যের ভিতর থেকে গোপন ক্রটি নির্দেশিত করে অথবা আরও বড় সত্যের আভাস দিয়ে।

নিউট্রন তেজস্করণ বিশ্লেষণ

দেবেল্লবিজ্ঞান গুণ

অবশেষে খুনীকে সনাক্ত করলো মাত্র কয়েক-গাছি চুল! অপরাধ-বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে চুলের এই চুলচেরা বিচার খুবই গুরুত্বপূর্ণ। আঙ্গুলের ছাপের মত প্রতিটি মাংসের চুলও বৈশিষ্ট্যমণ্ডিত। চুলের নমুনা বিশ্লেষণ করে চুলের মালিককে সনাক্ত করা যায়। আপনারা জানেন, সেন্ট হেলেনার অন্তরীণ অবস্থার নেপোলিয়নের মৃত্যু হয়। 1962 সালে তাঁর সে সময়কার কিছু চুলের নমুনা বিশ্লেষণ করা হয়। এতে দেখা যায়, ঐ চুলে আর্সেনিকের পরিমাণ বেশ অস্বাভাবিক। স্বভাবতঃই সন্দেহ করা হলো, তাঁকে বিষ প্রয়োগে হত্যা করা হয়েছে। কিন্তু অন্তরীণ অবস্থার কয়েক বছর আগের কিছু চুল বিশ্লেষণ করে যখন দেখা গেল আর্সেনিকের পরিমাণ ঠিক আগের মতই, তখন সব সন্দেহের অবসান ঘটেছিল।

পাঁজা, তাম্র, চরণ ইত্যাদির কারবার রীতি-মত কল্যাণ করে চলছে। এক জারগার মাল

বিচিত্র কোশলে চোরাগোপ্তা পথে হাত বদল হয়ে দেশের এক প্রান্ত থেকে অপর প্রান্তে ছড়িয়ে পড়ছে। হঠাৎ কিছু নমুনা ধরা পড়ে গেল। এই চোরাই জিনিষের, হস্ত বিশ্লেষণে এমন কতকগুলি বৈশিষ্ট্য ধরা পড়লো, যার ফলে এগুলির ভৌগোলিক অবস্থানের বিষয়ও জানা গেল।

এই যে ঘটনার কথা বলা হলো, তা সবই সম্ভব এবং বাস্তবসম্মত। এর মূলে রয়েছে এক বিশেষ ধরনের বিশ্লেষণ-পদ্ধতি—নিউট্রন তেজস্করণ বিশ্লেষণ (Neutron activation analysis)।

পরমাণুর কেন্দ্রীর (Nucleus) দুটি মূল উপাদান—প্রোটন ও নিউট্রন কণিকা। প্রোটনের বিদ্যুৎ-আধান বিন্যাসিক আর নিউট্রন হলো বিদ্যুৎ-আধান নিরপেক্ষ। দুটির তরই প্রায় সমান। সাধারণ হাইড্রোজেন ছাড়া আর সব 'মৌলিক পদার্থের' কেন্দ্রীতে আছে নিউট্রন। বেছেতু নিউট্রন হলো আধান-নিরপেক্ষ, সেহেতু

কেস্ট্রনের বিদ্যুৎ-আধানের দ্বারা প্রতিহত হয় না, কাজেই কেস্ট্রনে প্রবেশের বাধাও থাকে না। বাইরের নিউট্রন কেস্ট্রনে অল্পপ্রবেশ করলে দুই রকমের পরিবর্তন লক্ষ্য করা যায় :

(ক) আগের কেস্ট্রনটি অল্প মৌলিক পদার্থের কেস্ট্রনে পরিণত হয়।

(খ) একই মৌলিক পদার্থের ভিন্ন সম-স্থানিক অর্থাৎ আইসোটোপে পরিণত হয়।

এই রূপান্তরিত পরমাণু সাধারণতঃ তেজস্ক্রিয়। এথেকে বিশেষ ধরনের তেজস্ক্রিয় বিকিরণ স্রুত হয়। এই বিকিরণের বৈশিষ্ট্য ও অর্ধ-জীবনকালের পরিমিতি থেকেই কণিকাগুলিকে সহজে চেনা যায়।

তেজস্করণ বিশ্লেষণ-পদ্ধতির উপযোগিতা তখনই, যখন নতুন উৎপাদিত পদার্থটি হবে তেজস্ক্রিয় এবং তার অর্ধ-জীবনকাল সহজে পরিমাপ-

যোগ্য। তাছাড়া নিউট্রন সংযোজনের পরিসরও যথেষ্ট হওয়া চাই—তা না হলে সেটা হুম্ব বিশ্লেষণের কাজের উপযোগী নির্দিষ্ট মানে পৌঁছবে না।

পারমাণবিক চুল্লী বা রিয়াক্টরের তাপ-নিউট্রনের সাহায্যে তেজস্করণের কাজ চালানো যেতে পারে। হাল্কা পদার্থের ক্ষেত্রে (বাদের পারমাণবিক ওজন 26 বা কম) হিলিয়াম-3 যথেষ্ট উপযোগী। পোলোনিয়াম-বেরিলিয়ামযুক্ত প্রতি-ক্রিয়ার ফলেই পরীক্ষাগারে প্রথম নিউট্রন-উৎসের সৃষ্টি করা হয়। কোন কোন পদার্থের কেস্ট্রনের উপর প্রোটন, ডয়টেরন বা আল্ফা কণিকার আঘাতের ফলেও নিউট্রনের সৃষ্টি হয়। তাছাড়া উচ্চ শক্তিসম্পন্ন গামা-বিকিরণও একাজে লাগে।

বেরিলিয়াম + আল্ফা কণিকা → নিউট্রন + অক্সার



বেরিলিয়াম + গামা রশ্মি → নিউট্রন + বেরিলিয়াম



বেরিলিয়ামের সঙ্গে পোলোনিয়াম-210 (α বিকিরণকারী তেজস্ক্রিয় সমস্থানিক), রেডিয়াম-226 বা অ্যাকটিমিনি-124 মিশ্রিত করেও নিউট্রন উৎপন্ন করা হয়। এগুলি ভালভাবে চূর্ণ করবার পর মিশ্রিত করে ছোট ছোট গুলি পাকিয়ে সম্পূর্ণ নিশ্চিহ্ন ধাতব আধারে রাখা হয়। বর্তমানে তাবা পারমাণবিক শক্তি-ক্ষেত্রে (BARC) পোলোনিয়াম-210-এর বদলে প্লুটোনিয়াম-239 ব্যবহার করে আরও ভাল ফল পাওয়া যাচ্ছে। কারণ প্লুটোনিয়ামের গামা-বিকিরণ কম। 1300° সেন্টিগ্রেডে এর যে সফর খাছু পাওয়া যায় (বেরিলিয়ামের সঙ্গে), তা অন্তঃগুলির চেয়ে বেশী স্থায়ী। এথেকে প্রতি সেকেন্ডে 17 লক্ষ নিউট্রন পাওয়া যায়। 140 লক্ষ ইলেকট্রন ভোল্ট শক্তিসম্পন্ন নিউট্রন উৎপাদকও (Generator) তৈরি হয়েছে।

প্রথমতঃ, অত্যন্ত গতাত্মগতিক বিশ্লেষণ-পদ্ধতির চেয়ে এই তেজস্করণ বিশ্লেষণের সুযোগ-সুবিধা অনেক বেশী। এতে পরীক্ষিত বস্তুটির কোন ক্ষয় বা ধ্বংস হয় না—আলাদাভাবে নমুনা সংগ্রহের প্রয়োজন নেই। দ্বিতীয়তঃ, এটা এতই সংবেদনশীল এবং এর দ্বারা পরিমাণযুক্ত বিশ্লেষণ এতই হুম্বভাবে করা যায় যে, তা রীতিমত বিস্ময়কর। বিশ্লেষণ-পদ্ধতিও কম সময়সাপেক্ষ। অবশ্য বিশ্লেষণের হুম্বতা নির্ভর করে নিউট্রন-উৎস ও তেজস্করণের পরিমাণ এবং আঘাতকারী কণিকাগুলির ঘনত্বের উপর। সাধারণভাবে হুম্বতার পরিমাণ হলো 10^{-6} থেকে 10^{-9} গ্রাম। প্রয়োজন হলে আরও বাড়িয়ে 10^{-12} গ্রাম পর্যন্তও করা যায়।

আগেই এই পদ্ধতির উপযোগিতার কথা দুটি

দৃষ্টান্ত দিয়ে বলা হয়েছে। এর একটা বিশেষ উপযোগিতা হলো, পদার্থের বিস্তৃতা নির্ণয়। কতকগুলি বস্তুর ক্ষেত্রে, যেমন—রিয়াক্টর তৈরির জিনিষপত্র, নিয়ন্ত্রক (Moderator), ট্রানজিষ্টর ইত্যাদির বিস্তৃতার বিশেষ উচ্চ মানের উপর জোর দেওয়া হয়। সে ক্ষেত্রে অব্যাহিত থাকে নাকি স্থানান্তরিত নির্ধারণের ক্ষেত্রে এবং ঐ সকল বিশেষ কাজে ব্যবহার করা যায় কিনা, তা জানবার ক্ষেত্রে এই বিশ্লেষণের প্রয়োজন।

কয়েক ধরনের মৌলিক পদার্থের স্ফুটন (দশ লক্ষ ভাগের কয়েক ভাগ মাত্র) উদ্ভিদ ও প্রাণী-জগতের পক্ষে বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ; যেমন—মস্তা, তামা, ম্যাঙ্গানিজ, কোবাল্ট ইত্যাদি। বিশেষ বিশেষ কয়েক ধরনের রোগ বা শারীরিক বৈশিষ্ট্য যে বিশেষ কয়েকটি ধাতুর স্ফুটন উপস্থিতির ফলেই সম্ভব, তা জানা যায় এই ধরনের বিশ্লেষণে। হয়তো দেখা যাচ্ছে, কোন এক বিশেষ লোকালয়ের অধিকাংশেরই দাঁত করে বাবার প্রবণতা আছে। হুম, মাটি, জল প্রভৃতি পরীক্ষা করে বিশেষ কোন বৈলক্ষণ্য ধরা পড়লো না, কিন্তু তেজস্করণ বিশ্লেষণ-পদ্ধতিতে সেটা জানা যাবে। হয়তো দেখা যাবে, স্ফুটন মাত্রায় হলেও মলিবডিনাম, টাইটেনিয়াম ইত্যাদির উপস্থিতির বেশ কিছুটা হেরফের হয়েছে।

ভূ-পদার্থ ও ভূ-রসায়নে (Geo-physics & Geo-chemistry) এর উপযোগিতা যথেষ্ট। বালি, পাথর, মাটি ইত্যাদি বিশ্লেষণ করে যে সব মৌলভাস (Trace elements) ধরা পড়ে, তাদের পরিমাণের তারতম্য বিচার-বিশ্লেষণ করে ঐ সব বস্তুর উৎপত্তি সম্বন্ধে অনেক কিছু জানা যায়। বিভিন্ন স্থানে অথবা বিভিন্ন খনিজ পদার্থে বিভিন্ন আইসোটোপের উপস্থিতির তারতম্যের ভিত্তিতে ভূতাত্ত্বিক নিদর্শনের বরস জানা যায়।

দ্রুতপাণ্য পুরাকীর্তির নিদর্শন বধ্যাবধ অবিকৃত রেখেও প্রতিটি উপাদানের স্ফুটনসম্বন্ধ বিশ্লেষণ করা যায়। পদার্থের বিভিন্ন মৌলভাসের বিস্তারের তারতম্য থেকে সেগুলি কোন্ কোন্ বিশেষ অঞ্চলের, তাও জানা যায়। অসাধু পুরাকীর্তি ব্যবসায়ীরা আসল বলে নকল মাল বিক্রয় করে বেশ হু-পরসা আয় করে। চর্মচক্ষে এই তফাৎ ধরা না গেলেও তেজস্করণ বিশ্লেষণে তা সহজেই ধরা পড়বে।

তেজস্করণ বিশ্লেষণের এই যে সামান্য পরিচয় দেওয়া হলো, এতেই এর অসামান্যতার পরিচয় পাওয়া যাবে। এর ব্যবহার আরও ব্যাপক ও বিচিত্র। ব্যবহারিক জীবনে এর উপযোগিতা অনস্বীকার্য।

হয়েল-নারলিকার অভিকর্ষ-বৃত্ত

অঞ্জন ভট্টাচার্য

অভিকর্ষ বলকে আইনষ্টাইনের আপেক্ষিকতা তত্ত্ব দিয়ে যেভাবে ব্যাখ্যা করা যায়, তার সংস্কার করেন হয়েল ও নারলিকার 1964 সালের জুনের দিকে। যে কোন মাধ্যমেই অভিকর্ষ থাকুক না কেন, এই বল মাধ্যমের সমস্ত পদার্থকেই সমান প্রভাবিত করে। কোন পদার্থের শূন্যে অবস্থান কি, তা জানতে গেলে তিনটি অক্ষের দরকার। যদি কোন নির্দিষ্ট সময়ের অবস্থান জানতে হয়, তাহলে আরও একটা অক্ষ জরুরী। আইনষ্টাইন বক্র চতুর্ভুজীয় শূন্য সময়ের যে অচ্ছেদ (Curved four-dimensional space-time continuum), তার এক গুণ হিসেবে অভিকর্ষের ব্যাখ্যা করেন। এই নিয়মটি বের করতে গিয়ে আপেক্ষিকতা তত্ত্বের প্রধান প্রতিপাত্ত—বস্তু ও শক্তির সমতা এবং চতুর্ভুজীয় রিম্যানিয়ান জ্যামিতি কাজে লাগানো হয়। কিন্তু এর কয়েকটা দোষ রয়েছে—

(ক) এই তত্ত্ব অস্থায়ী অভিকর্ষের উৎস হিসেবে কোন বস্তু আদর্শে না থাকলেও অভিকর্ষ থাকবে, যেটা ঠিক মেনে নেওয়া যায় না।

(খ) সময়-অক্ষের আসল অবস্থান ব্যাখ্যা করা যায় না, যদিও শূন্য সময়ের যে অচ্ছেদ কল্পনা করা হয়েছে, তাতে সময় ও শূন্য দুই-ই খুব সদৃশ বলে মনে হয়।

(গ) নিউটনের মত আইনষ্টাইনও বিশ্বাস করতেন যে, সৌরমণ্ডলের অভিকর্ষীয় পদার্থের অস্তেই কোন বস্তুর ভর বা তার হয়। কিন্তু হুকোর পেপুলাম দিয়েই হোক বা নুদ্র নীহারিকার সাপেক্ষেই হোক, অক্ষের চারদিকে পৃথিবীর ঘূর্ণনবেগ যদি বের করা যায়, তবে দুটি পদার্থভেদেই এক মান পাওয়া যায়। Mach

প্রায় এক শতাব্দী আগে এই প্রসঙ্গে বলেছেন যে, কোন একটা কণিকার ভর ব্রহ্মাণ্ডের অন্ত সব কণিকার সঙ্গে সম্পর্ক রাখে। তার অর্থ এই যে, জাড্যতা (inertia) কোন বস্তুবিশেষের গুণ নয় বরং অন্তান্ত বস্তুর গুণের যোগেই তার ধারণা করা যায়।

আইনষ্টাইন-তত্ত্বের এই দোষগুলি দূর করতে গিয়ে Mach-এর ধারণা কাজে লাগানো হয়েছে, যাতে সাধারণ আপেক্ষিকতা তত্ত্ব ব্রহ্মাণ্ডের তাৎৎ দৃশ্য নিয়মগুলির সঙ্গে একটা সামঞ্জস্য রাখতে পারে। হয়েল-নারলিকারের মতে, অভিকর্ষের ব্যাখ্যার ব্রহ্মাণ্ডের সমস্ত গ্রহ, তারার অবস্থান, ক্ষেত্র (Field) ইত্যাদি একটা ভূমিকা রাখে। ব্রহ্মাণ্ডে যত তারা রয়েছে, আজকে যদি ঠিক তার অর্ধেক থাকতো, তাহলে পৃথিবীর যে কোন জিনিষের ভর হয়ে যেত দুই গুণ আর দুই হাজারো গুণ বেশী আলো ছড়াতো।

হয়েল-নারলিকার সমীকরণগুলিতে কোন বস্তুর ভরের সঙ্গে ব্রহ্মাণ্ডের সম্পূর্ণ ভরের কি যোগ, ব্রহ্মাণ্ডের প্রসারণের হারের সঙ্গে বস্তুর ঘনত্বের কি সম্পর্ক, তা জানা যায়। আইনষ্টাইনের এই-জাতীয় সমীকরণগুলির সঙ্গে এদের তকাৎ অঙ্গই এবং সিদ্ধান্ত আসে একই। তবে হয়েল-নারলিকার সমীকরণের কোন পদ যে ভাবে খুসী বেছে নেওয়া হয় নি।

প্রসারণশীল ব্রহ্মাণ্ড একটা সাম্য অবস্থার (Steady state) থাকতে পারে তখনই, যখন পদার্থের সৃষ্টি হয় ক্রমাগতের। নীহারিকা থেকে বেরনো আলোর লাল-বিচ্যুতি (Red-shift) দেখে মনে হয় যে, নীহারিকাস্থ

আন্তে আন্তে দূরে সরে যাচ্ছে। ব্রহ্মাণ্ডটাকে তাই একটা রাবারের বেলনের সঙ্গে তুলনা করা হয়েছে। নীহারিকাগুলি যেন তার উপরে মাথানো কালির ছোপ। বেলনটাকে যত ফোলানো যাবে, কালির ছোপগুলি তত বড় আর অস্পষ্ট হয়ে উঠবে। আইনস্টাইন, এডিংটন, ফ্রিডম্যান প্রমুখেরা Big Bang তত্ত্বে বিশ্বাসী ছিলেন অর্থাৎ তাঁদের ধারণা অনুযায়ী এই প্রসারণশীল ব্রহ্মাণ্ড একটা মূল পরমাণুর (Primeval atom) বিস্ফোরণের ফলে তৈরি হয়েছে। সেই আদি বিস্ফোরণ হবে হয়েছে, তার বয়স বেরিয়েছে 5 থেকে 10 হাজার লক্ষ বছর।

জ্যোতির্পদার্থ-বিজ্ঞানীদের মতে, আমাদের সৌরমণ্ডলী যে নীহারিকার সমস্ত, তার বয়স 10 থেকে 15 হাজার লক্ষ বছর। আমাদের নীহারিকার চেয়েও বেশী পুরনো নীহারিকার অস্তিত্ব আশা করা হয়েছে। এখন ব্রহ্মাণ্ডের বয়স বেহেতু তার এক ভগ্নাংশ নীহারিকার চেয়ে কম হতে পারে না, সেহেতু আমরা বলতে পারি, বয়স গোণা ভুল হয়েছে অথবা অভিকর্ষের ব্যাপারে তাবৎ ব্রহ্মাণ্ডের যে ভূমিকা রয়েছে, সেই তত্ত্বটাই ভুল। দ্বিতীয়ত: কিছু জ্যোতির্বিজ্ঞানী মনে করেন যে, ণালি একটা মূল বিন্দু থেকে সব এসেছে, এই ধারণা পদার্থ-বিজ্ঞানের যাবতীয় ধারণাকে ভেঙ্গে দেয়—কারণ তাহলে শূন্য-সময়ে কোনও কিছুর অস্তিত্ব থাকে না।

এই অনুবিধা দূর করবার জন্তে হরেল-নারলিকার তাঁদের 'সাম্যাবস্থা তত্ত্বে' ব্রহ্মাণ্ডকে সামগ্রিকভাবে সময়ের সাপেক্ষে এক অচল (Invariant) বলে বর্ণনা করেন। তাহলে ব্রহ্মাণ্ডের বয়স বের করবার দরকারই পড়ে না। তাছাড়া ব্রহ্মাণ্ডের সম্প্রসারণ সত্ত্বেও যদি সাম্যাবস্থা বজায় রাখতে হয়, তবে পদার্থের ক্রমাঘরে স্ফটিক স্বীকার করতেই হবে। কারণ সম্প্রসারণের ফলে ঘনত্বের বে হ্রাস হবে, তাকে সাপেক্ষে আনা প্রয়োজন। এই

কারণেই কোন পুরনো নীহারিকা বিলীন হয়ে গেলে নতুন নীহারিকার উদ্ভব হওয়া উচিত।

পদার্থ-বিজ্ঞানের যে দুটি প্রাথমিক নিয়ম রয়েছে, যেমন—বস্তু ও শক্তি অবিনাশী, তা পদার্থের ক্রমাঘরে স্ফটিক তত্ত্বকে অস্বীকার করে না। যদি স্ফটিক হার দিয়ে সম্প্রসারণের হারকে সাপেক্ষে আনতে হয়, তাহলে একটা দৃষ্টান্ত দিয়ে বলা যায় যে, এক লিটার H_2 গ্যাস এক লক্ষ বছরে যে হারে প্রসারিত হবে, তাতে ঐ সময়ে একটা নতুন H -atom-এর স্ফটিক হওয়া দরকার (কোন প্রায়োগিক মাপকাঠিতে এর যৌক্তিকতা বিচার করতে যাওয়া অসম্ভব)। আবার সাধারণ আপেক্ষিকতা তত্ত্ব দিয়েও পদার্থের ক্রমাঘরে স্ফটিক একটা গাণিতিক হ্রদ দেওয়া সম্ভব [বস্তুর উৎপত্তি হিসাবে এখানে একটা শক্তির ক্ষেত্রকে (Field) ধারণা করা হয়]।

পৃথিবীর উপর দূরের নীহারিকাগুলির টান এত ক্ষীণ যে, প্রায়োগিক উপায়ে তাদের যাচাই করবার উপায় নেই; কিন্তু হরেল-নারলিকার তত্ত্ব দৃষ্ট ঘটনাগুলির ব্যাখ্যা করবার (যতদূর সম্ভব) সামর্থ্য রাখে। কয়েকটা কোয়াসারের (Quasars) অস্তিত্ব, নীহারিকা থেকে বেরুনো শক্তিশালী বেতার তরঙ্গের অস্তিত্ব (সব নীহারিকা থেকে এই তরঙ্গ বেরোয় না) প্রকৃতি সত্যকে নিঃসন্দ্বিগ্ন হওয়া গেছে। বেতার-তরঙ্গের উৎস যে সব নীহারিকা, তাদের আগেকার ইতিহাস (কারণ সঞ্চে-গুলি পৃথিবীতে আসতে সময় নেয় প্রচুর) পাওয়া যায় তরঙ্গগুলি বিশ্লেষণ করে। এখন সাম্যাবস্থা তত্ত্ব অনুযায়ী ব্রহ্মাণ্ডের অবস্থা আগে বা ছিল, এখনও তাই থাকা উচিত (Time invariant)।

কেম্ব্রিজের জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা প্রাথমিক সমী-কার দেখেছেন যে, পৃথিবীর বাইরে থেকে আসা তরঙ্গের সাংখ্যিক ঘনত্ব আগের তুলনায় অনেক কমে এসেছে। কিন্তু এর বিপক্ষে যুক্তি পাড়া

করা যায় এইভাবে যে, বেতার-উৎসগুলি আরতনে বিশাল বলে গড় নির্ণয় অতথানি সঠিক নাও হতে পারে। তাছাড়া উৎসগুলির আসল দূরত্ব কি, তা জানা প্রয়োজন। কিন্তু বেরুনো আলোর রশ্মি নিচের যে ধরনের পরীক্ষা করে সঠিক দূরত্ব বের করা সম্ভব, বেতার-সংকেত দিয়ে অতটা সম্ভব নয়। আলোর লাল-বিচ্যুতি মেপে দূরত্ব নির্ভুলভাবে বের করা যায়, বেতার-তরঙ্গের ক্ষেত্রে এই ধরনের কোন উপায় আবিষ্কৃত হয় নি। কাজে কাজেই দূরত্ব বের করতে গিয়ে এদের আপাত তীব্রতা বিচার করা হয়। ফলে অপেক্ষাকৃত কাছের কোন দুর্বল উৎস এবং দূরের কোন শক্তিশালী উৎস সাড়া দেবে একই রকম। আলোর লাল-বিচ্যুতি মাপতে যে প্রক্রিয়ার সাহায্য নেওয়া হয়, আজকাল অবশ্য কোন কোন বিশেষ কম্প্যাক্টের বহিরাগত বেতার-তরঙ্গের উপর সেই প্রক্রিয়া চালানো হয়েছে (মান কিছু কম বেরিয়েছে আগের তুলনায়)। কিন্তু কোন সিদ্ধান্তে আসবার আগে আরও তথ্য জানা দরকার।

হরেল-নারলিকার তত্ত্বে ব্রহ্মাণ্ডের বয়স ধরা হয়েছে গাণিতিক অর্থেই অসীম, যেটাকে ঠিক মেনে নেওয়া যায় না, কারণ সাম্যাবস্থা তত্ত্বে পদার্থের ক্রমায়ত্তে সৃষ্টির কথা বলা হয়েছে আবার কোনও বস্তুর সৃষ্টির আগে এক এবং একটি মাত্র প্রাথমিক পরমাণুর কল্পনাও করা হয়েছে। তাহলে সময়ও শূন্যের মতই অসীম এবং দুটাই সমস্ত ব্রহ্মাণ্ডের ঘটনাগুলির উপর সমান প্রভাব আনে। তবে সময় ও শূন্যের মধ্যে তফাৎটা এই কারণে যে, সময়ের প্রবাহ অপরিবর্তনীয় ও একটা নির্দিষ্ট দিকের অভিমুখী (অতীত থেকে ভবিষ্যৎ অবধি)। সময়ের প্রবাহ পদার্থ-বিজ্ঞানের কোন নিয়মের (Effect) কল নয়, কারণ পদার্থ-বিজ্ঞানের নিয়মগুলি অতীতেও বা ছিল, ভবিষ্যতেও

তাই থাকবে। ব্রহ্মাণ্ডের সম্প্রসারণও বা অপরিবর্তিত ক্রিয়া (অর্থাৎ যার দিক পরিবর্তন করা যায় না), আইনস্টাইন-তত্ত্ব দিয়ে বোঝানো যায় না।

প্রাথমিক পরমাণুর সময়ে (যখন সময়=০) যখন কোনও বস্তুর উদ্ভব হয় নি, তখনও অতিকর্ষ বলের অস্তিত্ব ছিল, একথা মানা যায় না। কিন্তু আইনস্টাইন অবশ্যই এই ধরনের ধারণা শোষণ করেন নি। তিনি কেবল অতিকর্ষের বস্তুকে একটা বক্র স্থানীয়ভাবে অনিয়মিত, বিশেষ করে পাহাড় বা ঐ জাতীয় ভারী বস্তুর কাছে, শূন্য সময়ের অচ্ছেদ বলে ব্যাখ্যা করেছেন।

নভোচারণায় প্রমাণিত হয়েছে যে, বস্তুর ভার কমে। কাজেই অস্ত্রান্ত বস্তুর উপযুক্ত সম্ভার কোনও বস্তুর ভার বাড়ানোও যেতে পারে। সে জন্মেই সৌরমণ্ডলের বদলে ব্রহ্মাণ্ডের সকল বস্তুর সঙ্গে অতিকর্ষের সম্বন্ধ আছে বলে মনে করা যায়। একেত্রে হরেল-নারলিকার তত্ত্ব আইনস্টাইনের তত্ত্বের চেয়ে ব্যাপক।

১৯৬৫ সালের অক্টোবরে হরেল দেখেন যে, তাঁর সাম্যাবস্থা তত্ত্ব (পদার্থ ক্রমায়ত্তে শক্তি থেকে সৃষ্টি হচ্ছে এবং সৃষ্টির হার—ব্রহ্মাণ্ডের সম্প্রসারণের হার) পরীক্ষালব্ধ কালের সঙ্গে ঠিক মেলে না। তিনি এখন বিশ্বাস করেন যে, ব্রহ্মাণ্ড একটা নিত্য প্রবাহের অবস্থার আছে এবং লক্ষ লক্ষ বছরে একবার সম্প্রসারিত হচ্ছে এবং আন্তে আন্তে আবার একটা অতি ঘন বজ্রুলে সঙ্কুচিত হচ্ছে (এই তত্ত্ব Big-Bang Theory দিয়ে আরও দৃঢ়ভাবে বিধৃত)। এজাতীয় সঙ্কোচন ও প্রসারণ সম্পূর্ণ স্থানীয় ক্রিয়া, যেমন—আমাদের নীহারিকার এখন প্রসারণের অবস্থা, হতে পারে এমন অনেক নীহারিকা রয়েছে, যাদের সঙ্কোচনের পর্যায় এসে গেছে।

বিজ্ঞান-সংবাদ

বর্ষণ-সমুদ্রে বৈজ্ঞানিক গবেষণা

লুনোখোদ-1 যে স্থানে অবতরণ করেছিল, সেখান থেকে প্রায় এক কিলোমিটার উত্তরে বর্ষণ-সমুদ্রের এলাকার একটি অত্যন্ত দুর্গম পথ অতিক্রম করে সেটি সেই জায়গায় ফিরে আসে, যে জায়গায় সে তার চতুর্থ চান্দ্ররাজি অতিবাহিত করেছিল।

যাঁরা এই অবভাবনীর পরীক্ষাকার্য চালিয়েছেন, তাঁরা স্বয়ংক্রিয় বান লুনোখোদ-1 কতটা পথ অতিক্রম করলো, তাতে আর আগ্রহী নন। তাঁরা চাঁদের ব্যাসান্ট ভূখণ্ডের গঠন ও তার রাসায়নিক তথ্য সম্বন্ধে আগ্রহী।

মনে হয় লুনোখোদ-1 চাঁদের সর্বোচ্চ স্তরের যে 8 কিলোমিটার জমি অতিক্রম করেছে, সেই জমি সমরূপ। পাঁচটি চান্দ্রদিনে এটা লক্ষ্য করা গেছে যে, সাধারণভাবে ব্যাসান্ট ভূমি-প্রকৃতির ব্যতিক্রম বিশেষ কিছু হয় নি। বিশেষ করে লক্ষ্য করা গেছে টাইটেনিয়াম ও ক্রোমের সঞ্চয় এবং লোহা ও অক্সিজেন ধাতুর বর্ধিত সঞ্চয়।

কিন্তু এসব ব্যতিক্রম চাঁদের শিলার সঙ্গে সম্পর্কযুক্ত কিংবা শুধু চাঁদের মাটির উপরের স্তরের বৈশিষ্ট্য, তা নিশ্চয় করে বলা কঠিন।

পৃথিবীর গবেষণাগারে রাসায়নিক গবেষণা চালিয়ে একটা খুব আশ্চর্য ব্যাপার জানা গেছে। প্রমাণিত হয়েছে যে, চান্দ্রখুলা, বা সমুদ্রগুলিকে কার্পেটের মত ঢেকে রেখেছে, তার বয়স 20'2 থেকে 30'6 হাজার লক্ষ বছর। মাটির তলা থেকে যে পাথর বেরিয়েছে, তার বয়স অপেক্ষাকৃত কম। পাথরের বয়স খুলার বয়সের চেয়ে গড়ে 2000 থেকে 2500 লক্ষ বছর কম।

বিজ্ঞানীরা মনে করেন যে, এই অসঙ্গতি একটা

কারণেই সম্ভব। সম্ভবতঃ উদ্ভাপাতের ফলে চান্দ্রজগৎ থেকে পাথরের টুকরা ছিটকে পড়েছিল চাঁদের ভূমিতে। বর্তমান ধারণা অল্পব্যাপী চান্দ্র-জগৎ সমুদ্র থেকে প্রাচীনতর।

লুনোখোদ-1-এর গবেষণার করেক মাস অতিবাহিত

স্বয়ংক্রিয় চান্দ্রযান লুনোখোদ-1-এর গবেষণার চতুর্থ মাস অতিবাহিত হয়েছে। খুবই নির্ভরযোগ্য এবং কার্যকর এই চান্দ্রযানটি চাঁদের জটিল পরিবেশে বিশ্বাসকরভাবে খাপ খাইয়ে নিয়েছে। যানটির শক্তি এখনও অক্ষুরত।

গত বছর 17ই নভেম্বর লুনোখোদ-1-কে চাঁদের মাটিতে নামানো হয়েছিল। এই সময়ের মধ্যে চান্দ্রযান সাত কিলোমিটার দীর্ঘ পথ অতিক্রম করেছে। বর্ষণ-সাগরের যে এলাকার সে পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালিয়েছে, তার আয়তন হবে সবুজ 50 হেক্টর। প্রাচীনতম চান্দ্রভূমির ব্যাসান্ট পাথরে তারা মালভূমিতে এই কাজ চালানো হয়। তাতে অভূতপূর্ব তথ্য সংগৃহীত হয়েছে।

পরবর্তী চান্দ্ররাজি বাণেনের পরেও লুনোখোদ-1-এর অস্তিত্ব অটুট থাকে এবং বর্ষণ-সমুদ্রে পঞ্চম বার সে তার স্বাক্ষরপথে প্রায় 2 কিলোমিটার পথ অতিক্রম করে। সে নতুন এক ধরনের বড় আগ্নেয়গিরির মুখ সম্পর্কে গবেষণা চালায় এবং এটা আর একবার প্রমাণিত হলো যে, যন্ত্রটির দক্ষতা অপরিসীম।

অর্ধ কিলোমিটার ব্যাসযুক্ত একটি প্রাচীন আগ্নেয়গিরির মুখে গিয়ে যানটি পুখানুপুখানুপে অল্প-সন্ধান চালিয়েছে। চতুর্থ চান্দ্রদিনে যানটি এই আগ্নেয়গিরির মুখের দিকে এগিয়েছিল। তাহাড়া খুব অপ্রত্যাশিত ভাবেই যানটি একটি নবীন

আগ্নেয়গিরির গভীর মুখের দিকে ছুটে যায়। সেই আগ্নেয়গিরিটি অল্প একটি বড় আগ্নেয়গিরির ঢালুতে অবস্থিত। তার ব্যাস 200 মিটারের বেশী। এই নতুন আগ্নেয়গিরির মুখের পাশ কাটিয়ে যাওয়া ঠিক হয়। কিন্তু নতুন বিশ্বয়ের বস্তু হলো এই নবীন আগ্নেয়গিরির মুখ। এটা তৈরি হয়েছে হালে চতুর্পৃষ্ঠে উচ্চাপাতের কলে। একটি দুর্গের মত নতুন আগ্নেয়গিরির মুখটি যেন পাথরের প্রাচীরে বেষ্টিত। তার ব্যাস 60 মিটার।

বর্ষণ-সমুদ্রে লুনোখোদ-1-এর পরিক্রমার সময় এই রকমের অসুবিধার সৃষ্টি হয়। আর তা হলো এই প্রথম। বিজ্ঞানীরা আশা করেন যে, এই গবেষণার কলে ভূতাত্ত্বিক ইতিহাসের অনেক জটিল প্রশ্নের উত্তর পাওয়া বাবে এবং বর্ষণ-সমুদ্রের এলাকার সৃষ্টি-রহস্য উদ্ঘাটন করা সম্ভব হবে।

18ই মার্চ পঞ্চম চাত্রদিনে আগ্নেয়গিরির মুখের জটিল অহুসঙ্কানের কাজ পরিসমাপ্ত হয়।

লুনোখোদ-1 আবার একটি মন্থ পথ ধরেছে এবং এই পথে অগ্রসর হতে প্রস্তুত হয়েছে।

জাহাজের দুর্ঘটনা নিবারণের নতুন উপায়

আজকাল জলপথে যে সব দুর্ঘটনা ঘটে, তার বেশীর ভাগই হয় জাহাজে জাহাজে সংঘর্ষের ফলে। পৃথিবীতে বত জাহাজ আছে, তার প্রতি পঞ্চদশ জাহাজটি সহবাত্রী আরেকটি জাহাজের সঙ্গে সংঘর্ষ ঘটায়। এই দুর্ঘটনার 90 শতাংশই ঘটে উপকূলের কাছে, যেখানে জাহাজ চলাচলের প্রচণ্ড ব্যস্ততা, সব কিছু ভাল করে দেখা যায় না, যখন রেডার ছাড়া এক মাইলও জাহাজ চালানো অসম্ভব। সবচেয়ে আশ্চর্য ব্যাপার—সংঘর্ষ ঘটবার 5, 10, 20 মিনিট আগেও এক জাহাজের ক্যাপ্টেন অপর জাহাজের ক্যাপ্টেনকে দেখতে পান। কিন্তু তাঁরা ঠিক সময়ে ঠিক সিদ্ধান্ত নিতে পানেন না। কারণ যে ছবি তাঁরা দেখেন, তা অস্পষ্ট। উটোদিক

থেকে যে জাহাজ আসছে, তা কত ডিগ্রি কোণে আসছে, তাও বোঝা যায় না। অনেক সময় ছুটি জাহাজ যখন সমান্তরালভাবে চলে, তখন ছুটিকে রেডারের পর্দায় একটি আকারহীন বস্তুর মত দেখায়।

রাশিয়ার বিদ্যুৎ-বেতার জাহাজ চলাচল বিভাগের প্রধান সিদ্ধান্ত নিয়েছেন যে, মিলিমিটার ও সাবমিলিমিটার বেতার-তরঙ্গের সাহায্যে জাহাজ চলাচল করানো যায় কিনা, সে বিষয়ে চেষ্টা করে দেখা হবে। রাশিয়ার তেস্তম্পিলস্-এর উপকূলে একটি রেডার স্টেশন স্থাপিত হয়েছে। এই স্টেশন থেকে বন্দরে এবং বন্দরের মুখে জাহাজ চলাচল সকলভাবে নিয়ন্ত্রিত করা যায়। তৈলবাহী অতিকার জাহাজের নোঙর ফেলবার ব্যবস্থা অত্যন্ত সহজতাকে এখানে করা হয়েছে।

যদিও এই বেতার-তরঙ্গমালা প্রাকৃতিক পরিবর্তনের উপর নির্ভরশীল, তবু এই ব্যবস্থার আসল সুবিধা হলো এই যে, এতে পর্দার উপর ছবিটি স্পষ্ট ও সঠিকভাবে দেখা যায়। ছাড়া দাগগুলি খুব স্পষ্টভাবে জাহাজের ছবি ফুটিয়ে তোলে এবং তার উপরিতলও ভালভাবেই দেখা যায়। তার কলে জাহাজটিকে সঠিকভাবে চেনা যায়। মিলিমিটার তরঙ্গের সাহায্যে সমুদ্রের ঢেউ মাপবার এবং জলের উপর ছোট ছোট জিনিষ (যেমন বস) খুঁজে বের করার একটা কৌশল আবিষ্কৃত হয়েছে। আর জলের যখন জমাটবাধা অবস্থা, তখনও স্বতাবতঃই, এসব পদ্ধতি অপরিহার্য হয়ে পড়ে। অবশ্য তার সঙ্গে পুরনো পদ্ধতির প্রয়োগও চলবে, কারণ তা প্রকৃতির উপর কম নির্ভরশীল।

পূর্বোক্ত স্টেশনটি উপকূলের পরীক্ষার উত্তীর্ণ হয়েছে। এখন জাহাজে তার কার্যকারিতা পরীক্ষা করে দেখা হবে।

মহাকাশ-আলোকচিত্রের ভিত্তিতে

মানচিত্র প্রস্তুত

পৃথিবীর কক্ষ প্রদক্ষিণকারী মহাকাশযান থেকে গ্রহীত আলোকচিত্র পরীক্ষামূলকভাবে ব্যবহার করে মার্কিন ভূতাত্ত্বিক সমীক্ষা সংস্থা দক্ষিণ অ্যান্টার্কটিকার প্রায় 62 বর্গমাইল বিস্তৃত এলাকার একটি নতুন বিস্তৃত মানচিত্র প্রস্তুত করেছেন। জেমিনি ও অ্যাপোলো অভিযানগুলিতে গ্রহীত আলোকচিত্র থেকে 55 ইঞ্চি দৈর্ঘ্য ও 25 ইঞ্চি প্রস্থবিশিষ্ট এই মানচিত্রটি প্রস্তুত করা হয়েছে। এই মানচিত্রে মরুভূমি অঞ্চল, পর্বতশ্রেণী, রাজপথ, জনসমাধীর্ণ অঞ্চলসমূহ, কলিজ বাঁধ ও তার জলাধার প্রভৃতি সবই দেখানো হয়েছে। ভূতাত্ত্বিক সমীক্ষা সংস্থার একজন মুখপাত্র বলেছেন যে, এই মানচিত্রটি ভূগোল বিশেষজ্ঞ, আকস্মিক পরিকল্পনা প্রস্তুতকারী, পরিবেশ বিশেষজ্ঞ, রাজপথ নির্মাণকারী ইঞ্জিনিয়ার এবং আরও অনেকের প্রয়োজনে লাগবে।

সূর্য সম্পর্কে তথ্যানুসন্ধানী দূরবীক্ষণ যন্ত্র

সূর্য সম্পর্কে তথ্য গ্রহণের নতুন ধরনের একটি টেলিস্কোপ বা দূরবীক্ষণ যন্ত্র সম্প্রতি চালু হয়েছে। এটি নামকরণ করা হয়েছে সোলার অ্যাক্সিয়াম টাওয়ার টেলিস্কোপ। নিউ মেক্সিকোতে 9200 ফুট উঁচু একটি পাহাড়ের চূড়ার এটি স্থাপন করা হয়েছে। মার্কিন বিমানবাহিনীর কেমিক্যাল রিসার্চ লেবরেটরীর এটি একটি নতুন সংযোজন। এই দূরবীক্ষণ যন্ত্রের বৈশিষ্ট্য হচ্ছে—এর অভ্যন্তরে কোন বাতাস নেই। সূর্যের কিরণে বাতাস উত্তপ্ত হলে প্রতিবিম্বে বিকৃতি ঘটে, প্রস্তুত প্রতিবিম্ব পাওয়া যায় না। প্রথমত: সৌরকলঙ্ক এবং সৌরঝড় সম্পর্কেই এই দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে তথ্য সংগ্রহ করা হবে। পৃথিবীর আবহমণ্ডলে

এসব উৎপাতের কলে নানা বিশৃঙ্খলার সৃষ্টি হয় এবং মহাকাশে তথ্যানুসন্ধানের ব্যাপারেও বিশেষ অন্তর্বিধার সৃষ্টি করে।

অনেক দূর দৌড়ানো অভ্যাসের দ্বারা কি ক্যালার দূর করা যায় ?

1920 সালে জার্মেনীর নোবেল পুরস্কারবিজয়ী অটো ওয়ারবার্গ এক অভূত দারুণা প্রকাশ করেছিলেন যে, সম্ভবত: বৎসে পরিমাণ অক্সিজেনের অতাবেই শরীরের স্নায়ু কোষে ক্যালারজনিত রোগ দেখা দেয়। যদিও এযাবৎ এসম্বন্ধে মতবৈধতা চলেছে, তথাপি সম্প্রতি খেলোয়াড়দের চিকিৎসক ডাঃ আকেন (পশ্চিম জার্মেনী) প্রমাণ করতে চেষ্টা করছেন যে, শরীরে অত্যধিক পরিমাণে অক্সিজেন সরবরাহ হলে মানুষ ক্যালারের হাত থেকে রক্ষা পেতে পারে। ডাঃ আকেন ওয়ারবার্গের উক্তি সমর্থনের জন্তে 40 থেকে 90 বছর বয়স্ক লোকদের নিয়ে 2টি দলের উপর সমীক্ষা চালিয়ে দেখেছেন যে, অনেক দূর দৌড়ানো দলের মধ্যে অল্প দূর দৌড়ানো দল অপেক্ষা অনেক কম ক্যালার রোগ দেখা গেছে। এই ডাক্তারের মতে—দৌড়, সাঁতার কাটা, দাঁড়টানা, সাইকেল চালনা বা বরকের উপর ফ্রিিং প্রভৃতির নিয়মমালিক দৈনন্দিন অভ্যাস করবার কলে শরীরে সর্বাধিক পরিমাণে অক্সিজেন প্রবেশ করতে পারে। তিনি মনে করেন যে, প্রত্যেক দিন 5 থেকে 8 কি. মি. পর্বত অল্প গতিতে সারাজীবন দৌড় অভ্যাস ক্যালার রোগের একটি ফলপ্রসূ প্রতিরোধক। তাঁর মতে, এই দৌড়াবার অভ্যাস যেমন হিতকর, তেমনি এই অভ্যাসে মাঝে মাঝে বিরতি দেওয়া বিশেষ কৃতিকর, কারণ তাতে সহজেই শরীরে অক্সিজেনের অভাব ঘটে।

କିଶୋର ବିଜ୍ଞାନୀର

ଦମ୍ଭର

ଜ୍ଞାନ ଓ ବିଜ୍ଞାନ

ମେ — 1971

ଚତୁର୍ବିଂଶ ବର୍ଷ — ପଞ୍ଚମ ସଂଖ୍ୟା



চক্ষুপৃষ্ঠ করা যাবে সংলগ্ন উক্ত ভূমিতে স্থিতিস্থাপক দ্বারা পদচারণার সময় (6ই ক্রসপার্সি) অ্যাপারেল-14 বহু কক্ষীয়তার
অভিযাত্রী এতদগার যিচলকে **Modularized Equipment Transporter (MET)** থেকে হস্তান্তরিত
একটি যন্ত্র নামকৃত দ্রব্য থাকি। দ্রব্য থেকে তৈরি এই ছবি থেকে চক্ষুপৃষ্ঠের একটি বিস্তৃত অঞ্চলের অবস্থা সম্পর্কে
পরীক্ষার ধারণা কব পাঠ

বৈজ্ঞানিক বাতি

বৈজ্ঞানিক বাতি আমাদের দৈনন্দিন জীবনে আজ প্রায় অপরিহার্য। এই বৈজ্ঞানিক বাতি সম্বন্ধে মোটামুটি কিছু আলোচনা করছি।

যখনই কোন পরিবাহী তারের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ-প্রবাহ চালিত হয়, তখনই তার মধ্যে বিদ্যুৎ-প্রবাহের বিভিন্ন ফল দেখতে পাওয়া যায়। এরই একটির নাম তাপীয় ফল বা Thermal effect। পরিষ্কারভাবে এর অর্থ হলো এই—যখন কোন পরিবাহী তারের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ-স্রোত প্রবাহিত হয়, তখনই তারটি গরম হয়ে ওঠে। তারটির উষ্ণতার পরিমাণ অবশ্য নির্ভর করে বিভিন্ন পদার্থের উপর। যাহোক, বিদ্যুৎ-প্রবাহ চলানোয় তারটি গরম হবেই এবং বিশেষ বিশেষ ব্যবস্থার মাধ্যমে এই তারের উষ্ণতা এতই বৃদ্ধি পায় যে, তা থেকে আলোর সৃষ্টি হয়। বিদ্যুৎ-প্রবাহের তাপীয় ফলের এই ব্যবহারিক প্রয়োগের দ্বারা আলো উৎপাদনের উপাদানকেই আমরা বলি বৈজ্ঞানিক বাতি।

সাধারণ একটা বৈজ্ঞানিক বাতি বলতে আমরা বুঝি, একটি বায়ুশূন্য কাচের গোলকের ভিতর খুব সরু একটি তার লাগানো থাকে, যাকে বলা হয় ফিলামেন্ট। এই সরু তারটির মধ্য দিয়ে যখন বিদ্যুৎ-প্রবাহ চালিত হয়, তখন তারটি স্বভাবতই উত্তপ্ত হয়ে ওঠে এবং উত্তপ্ত এই তার থেকেই আলোকের সৃষ্টি হয়। এভাবে উৎপন্ন আলোকের রং বা প্রকৃতি অবশ্য নির্ভর করে, তারটি কি পরিমাণে উত্তপ্ত হয়—তার উপর। তারটির উষ্ণতা যখন 550° সেন্টিগ্রেডের মত থাকে, তখন খুব হালকা লাল রঙের সৃষ্টি হয়। 1000° সেন্টিগ্রেডে চেরী ফলের মত গভীর লাল রঙের আলো, 1300° সেন্টিগ্রেডে সাদা আলো এবং 2000° সেন্টিগ্রেডে আরও বেশী সাদা আলো উৎপন্ন হয়। এ থেকেই সহজে বোঝা যায় যে, কোন বৈজ্ঞানিক বাতি যখন আলো প্রদান করে, তখন তার ভিতরে উত্তাপ প্রায় 2000° সেন্টিগ্রেডের মত হয়। স্বভাবতই বাতির ভিতরে যে সরু তারটি থাকে, সেটি এমন এক পদার্থের দ্বারা তৈরি হওয়া দরকার, যা এই প্রচণ্ড উত্তাপ সহ্য করতে পারে।

ফিলামেন্টের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ-স্রোত প্রবাহিত হলেই ফিলামেন্টটি যথারীতি উত্তপ্ত হতে থাকে এবং উত্তাপ বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গেই এর গা থেকে তাপ বিকিরণ শুরু হয়। এই বিকিরণের পরিমাণও ক্রমশঃ বৃদ্ধি পেতে থাকে। এইভাবে তাপ বিকিরণের সময়ে যদি ফিলামেন্টটির চারদিকে বাতাস থাকে, তাহলে ঐ প্রচণ্ড উত্তাপে ফিলামেন্টটি বাতাসের সংস্পর্শে তৎক্ষণাৎ জলে যায়। সে জন্যে বৈজ্ঞানিক বাতি তৈরির প্রথম পদক্ষেপেই কাচের গোলকটিকে সম্পূর্ণ বায়ুশূন্য করবার প্রয়োজন হয়েছিল।

বিজ্ঞানের সাহায্যে আলোক উৎপাদনের প্রথম চেষ্টা হয় 1810 সালে, যখন প্রসিদ্ধ বিজ্ঞানী হামফ্রী ডেভী দুটি কার্বন দণ্ডের মধ্যে বৈজ্ঞানিক আর্কের সৃষ্টি করে

আলোক উৎপাদন করেন। কিন্তু ব্যবহারিক ক্ষেত্রে এভাবে আলোক সৃষ্টি করবার ব্যাপারে অনেক অসুবিধা দেখা দিল। প্রথমতঃ, এভাবে আলোক উৎপাদনে বিদ্যুতের প্রয়োজন হতো অনেক বেশী। দ্বিতীয়তঃ, একনাগাড়ে এভাবে উৎপন্ন আলোকের ব্যবহারে অসুবিধাও দেখা দিল। সে ক্ষেত্রে ডেভীর আর্ক-বাতির ব্যবহারিক প্রয়োগ খুবই সীমাবদ্ধ হয়ে রইলো। এর পর 1877 সালে জ্যাবলোকফ্ নামে একজন বিজ্ঞানী কিছুটা উন্নত ধরণের এক প্রকার আর্ক-বাতির উদ্ভাবন করেন। তাঁর সেই বাতিটি যদিও ডেভীর বাতি অপেক্ষা অনেক উন্নত ধরণের হলো, তথাপি ব্যবহারিক ক্ষেত্রে প্রায় সেই একই রকমের অসুবিধা থেকে যাওয়ায় আর্ক-বাতির সাক্ষ্য বিদ্বিত হলো বলা চলে।

আর্ক-বাতির নানারকম অসুবিধার ফলেই ফিলামেন্ট বাতির দিকে বিজ্ঞানীদের দৃষ্টি আকৃষ্ট হয়। এই ধরণের বাতি তৈরির প্রথম চেষ্টা হয় 1840 সালে, যখন গ্রোভ ও মলিল নামক দু-জন বিজ্ঞানী টাংষ্টেনের একটি সরু তারের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ চালনা করে দেখতে পান—তার থেকে আলোকের উৎপত্তি হয়। কিন্তু ঐ তারটি বাতাসের সংস্পর্শে থাকায় টাংষ্টেন বাষ্পীভূত হয়ে ক্রমশঃ ক্ষয়প্রাপ্ত হতে থাকে। এই অসুবিধা দূর করবার ব্যবস্থা করেন 1845 সালে ফ্যার ও কিং নামে দু-জন বিজ্ঞানী। তাঁরা টাংষ্টেন ফিলামেন্টটিকে একটি বায়ুশূন্য গোলকের মধ্যে রেখে তার আয়ুষ্কাল বৃদ্ধি করতে সক্ষম হন। প্রকৃতপক্ষে সফলভাবে ফিলামেন্টযুক্ত বৈদ্যুতিক বাতি তৈরি করেন 1880 সালে আমেরিকার প্রসিদ্ধ বিজ্ঞানী এডিসন এবং একই সময়ে ইংল্যান্ডের বিজ্ঞানী সোয়ান। এছাড়াই এই ধরণের ফিলামেন্ট বাতিকে বলা হয় Ediswan বাতি। এঁদের বাতিতে ফিলামেন্ট হিসাবে ব্যবহৃত হতো সরু কার্বনের তার। কিন্তু এই ধরণের কার্বন ফিলামেন্টের অসুবিধা ছিল অনেক। প্রচণ্ড উত্তাপ সৃষ্টির সঙ্গে সঙ্গে কার্বন ধীরে ধীরে ক্ষয়প্রাপ্ত হতে থাকে, যার ফলে সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম কার্বনের গুঁড়া কাচের গোলকের ভিতরে জমা হয়ে আলোর ঔজ্জ্বল্য হ্রাস করে দেয়। তাছাড়া কার্বন বাষ্পীভূত হয় 1800° ডিগ্রী সেন্টিগ্রেডে অথচ বেশ সাদা আলো পেতে হলে উত্তাপের প্রয়োজন 2000° ডিগ্রী সেন্টিগ্রেডের কাছাকাছি। সে ক্ষেত্রে কার্বন ফিলামেন্টের অসুবিধা দূর করে তার উন্নতি সাধনের চেষ্টা করেন যথাক্রমে 1897 সালে বৈজ্ঞানিক নার্নস্ট (Nernst), 1900 সালে বৈজ্ঞানিক ওয়েলসবাক (Welsbach), 1905 সালে বৈজ্ঞানিক বটন (Botton) এবং সর্বশেষে 1909 সালে বৈজ্ঞানিক কুলিজ (Coolidge)। এই কুলিজের তৈরি ফিলামেন্টের প্রচলনই আজ পর্যন্ত চলে আসছে। এই ফিলামেন্টটি তৈরি হয়েছিল উলফ্রেমাইট (Wolframite) নামে টাংষ্টেন, লৌহ ও ম্যাঙ্গানিজের এক মিশ্রণ থেকে।

বৈদ্যুতিক বাতির কাচের গোলকটিকে বায়ুশূন্য করবার ফলে তাপ পরিবাহিত হয় কম একথা ঠিক, কিন্তু ফিলামেন্ট ক্রমশঃ বাষ্পীভূত হয়ে কাচের গোলকের মধ্যে

পাতলা আবরণের সৃষ্টি করার বাতির ঔজ্জ্বল্য ক্রমশঃ কমে আসতো। এই অসুবিধা দূর করার জন্তে আধুনিক বিজ্ঞানী বাতিতে কাচের গোলকটিকে বায়ুশূন্য না রেখে কোন নিষ্ক্রিয় গ্যাস, যেমন—আর্গন, নাইট্রোজেন ইত্যাদি ভর্তি করে দেওয়া হয়। এর ফলে ফিলামেন্ট থেকে তাপ কিছুটা পরিমাণে পরিবাহিত হয় বটে, তবে এই ব্যবস্থায় বাতির ঔজ্জ্বল্য অনেক বৃদ্ধি পায়। অবশ্য এভাবে পরিবাহিত তাপের পরিমাণ কমানোর জন্তে ১৯১৩ সালে বিখ্যাত বৈজ্ঞানিক ল্যাংম্যার এক উপায় উদ্ভাবন করেন। তিনি ফিলামেন্টের তারটিকে সোজা অবস্থায় না রেখে কুণ্ডলীকৃত অবস্থায় রাখেন—যাকে বলা হয় Coiled coil। এই ব্যবস্থায় পরিবাহিত তাপের পরিমাণ অনেক কমিয়ে ফেলা হয় এবং ফলে বাতির ঔজ্জ্বল্য বহুল পরিমাণে বৃদ্ধি পায়। আধুনিক কালে প্রায় অধিকাংশ বৈদ্যুতিক বাতিতেই এই Coiled coil প্রকার প্রচলন হয়েছে।

নাইট্রোজেন বা আর্গন জাতীয় নিষ্ক্রিয় গ্যাস ভর্তি বাতি, যা আমরা সচরাচর ব্যবহার করে থাকি, সাধারণতঃ ১০০০ ঘণ্টার মত আয়ুসম্পন্ন হয়, অর্থাৎ এই ধরনের বাতির ফিলামেন্ট ১০০০ ঘণ্টার বেশী আলো দিতে পারে না, কিন্তু বৈদ্যুতিক বাতির আয়ুষ্কাল আরো বাড়ানোর জন্তে আধুনিক কালে ফ্লুরোসেন্ট বাতি নামে এক প্রকার বৈদ্যুতিক বাতির ব্যাপক প্রচলন হয়েছে। এই ধরনের বাতিতে সাধারণতঃ একটি লম্বা কাচের নলের মধ্যে কিছু পারদ ভর্তি করে তার দুই মূখ বন্ধ করে দুটি তড়িৎ-দ্বার বা ইলেকট্রোড দুই মূখ দিয়ে ঢুকিয়ে দেওয়া হয়। নলের ভিতর বায়ুর চাপ অত্যন্ত কম রাখা হয়। যখন তড়িৎ-দ্বার দুটির সঙ্গে বিদ্যুৎ-প্রবাহের সংযোগ করা হয়, তখন বাতির অভ্যন্তরস্থ পারদ-বাষ্পের ভিতর তড়িৎ মোক্ষণ শুরু হয় এবং তার ফলে আলোর উৎপত্তি হয়। কাচের নলের ভিতরের দিকের দেয়ালে এক প্রকার ফ্লুরোসেন্ট রঙের প্রলেপ দিয়ে নানা বর্ণের আলোক উৎপন্ন করা যায়। এই ধরনের বাতির সুবিধা হলো—এই বাতি থেকে যে আলো উৎপন্ন হয়, তা ছায়া সৃষ্টি করে না বললেই হয় এবং চোখে ধাঁধার (Glare) সৃষ্টি করে না। তাছাড়া এই ধরনের বাতি থেকে যে আলো উৎপন্ন হয়, তার ঔজ্জ্বল্য সাধারণ একটা বৈদ্যুতিক বাতি থেকে নির্গত আলোর প্রায় তিন গুণ। অধিকন্তু একটি ফ্লুরোসেন্ট বাতি প্রায় ৩০০০ ঘণ্টা আলো দিতে পারে। এজ্যেই আজকাল বাড়ী, ক্যাক্টরী, হাসপাতাল, স্কুল, কলেজ প্রভৃতিতে এই বাতি ব্যবহারের ব্যাপক প্রচলন হয়েছে। আর ফ্লুরোসেন্ট বাতির কাচের নলটিকে বিভিন্ন আকৃতি বা আকার দেওয়া যায় বলে আলোকসজ্জার ব্যাপারে এই ধরনের বাতির যে যেখণ্ট সমাদর হয়েছে, আমরা তা হামেশাই রাস্তাঘাটে দেখতে পাই।

সমীরকুমার ঘোষ*

ভাঙ্কান নামক গ্রহের কাহিনী

1846 সালে লেভেরিয়ার (Leverrier) সৌরজগতের অষ্টম গ্রহ নেপচুন আবিষ্কার করেন। এই আবিষ্কারের মূলে ছিল ইউরেনাস গ্রহের বিচিত্র চলবার ভঙ্গী। ইউরেনাস গ্রহ কিছুটা উৎকেন্দ্রিক উপবৃত্তাকার পথে পরিক্রমা করে সূর্যকে। গণনার সাহায্যে বিজ্ঞানীরা স্থির করেন ঐ গ্রহের চলবার পথ, কিন্তু দূরবীনের সাহায্যে ওর যাত্রাপথের দিকে দৃষ্টি রেখে দেখা গেল, গ্রহটি তার প্রকৃত যাত্রাপথ ঠিকমত অনুসরণ করছে না। ওর গতি কোন সময় হচ্ছে দ্রুততর আবার কোন সময় হচ্ছে মন্দীভূত। ইউরেনাসের এই চলবার ভঙ্গী দেখে লেভেরিয়ার বুঝে নিলেন, এর জন্তে দায়ী কোন অনাবিষ্কৃত গ্রহ। কলে চললো তার ব্যাপক অনুসন্ধান। শীঘ্রই এই অনুসন্ধান বিরাট সাফল্য এনে দিল লেভেরিয়ারের জীবনে। আবিষ্কৃত হলো নেপচুন।

কিন্তু নেপচুন আবিষ্কারের ক্ষেত্রে লেভেরিয়ার বিরাট সাফল্য অর্জন করলেও আর এক দিক থেকে তাঁর জীবনে এলো এক চরম ব্যর্থতা। লেভেরিয়ার লক্ষ্য করলেন, ইউরেনাসের মত বৃহৎগ্রহের রয়েছে এক বিচিত্র চলবার ভঙ্গী। বৃহৎগ্রহও এক উৎকেন্দ্রিক উপবৃত্তাকার পথে পরিক্রমা করে চলেছে সূর্যকে। লেভেরিয়ার অনুমান করলেন, বৃহৎগ্রহের অন্তর্বর্তী কোন কক্ষপথে নিশ্চয়ই রয়েছে অপর কোন অনাবিষ্কৃত গ্রহ, যার প্রভাবে ঐ গ্রহের চলবার ভঙ্গীতে দেখা যায় অমন বৈচিত্র্য। নেপচুন অনুসন্ধানের মত এক্ষেত্রেও চললো নতুন গ্রহ খোঁজবার পালা। সূর্য এবং বৃহৎগ্রহের মাঝামাঝি স্থানে সতর্ক দৃষ্টিতে তাকিয়ে রইলেন বিজ্ঞানীরা।

অবশেষে 1860 সালে ফরাসী জ্যোতির্বিদ ডক্টর লেস্কারবল্ট (Dr. Lescarbault) অত্যন্ত উত্তেজিতভাবে ঘোষণা করলেন, তিনি নতুন গ্রহটিকে সূর্য-খালা অতিক্রম করতে দেখেছেন। এই ঘোষণার কলে লেভেরিয়ার ষোণাষোণ স্থাপন করলেন ডক্টর লেস্কারবল্টের সঙ্গে। তাঁর কাছে সমস্ত তথ্য সংগ্রহ করে লেভেরিয়ার নব আবিষ্কৃত গ্রহটির নাম দিলেন ভাঙ্কান। লেভেরিয়ার আরও জানালেন যে, ঐ নব আবিষ্কৃত ভাঙ্কান গ্রহটি সূর্য থেকে এক কোটি ত্রিশ লক্ষ মাইল দূরে থেকে তার পথ পরিক্রমা করে চলেছে, যেখানে সূর্য থেকে বৃহৎগ্রহের গড়-দূরত্ব হলো তিন কোটি ষাট লক্ষ মাইল। আর ঐ নব আবিষ্কৃত গ্রহের ব্যাস স্থির হলো প্রায় এক হাজার মাইলের মত, যেখানে বৃহৎগ্রহের ব্যাস হলো তিন হাজার এক-শ' মাইল। লেভেরিয়ার আরও জানালেন, এই ভাঙ্কানগ্রহটি 1975 দিনে পরিক্রমা করছে সূর্যকে, যেখানে বৃহৎগ্রহের সূর্য পরিক্রমার সময় হলো অষ্টাশী দিন। ভাঙ্কানগ্রহ আবার কোন নির্দিষ্ট সময়ে সূর্য-খালা অতিক্রম করবে, তিনি সে কথাও ঘোষণা করলেন।

তঁার এই ঘোষণার ফলে ভাঙ্কানগ্রহ প্রত্যক্ষ করবার জন্তে বহু সংখ্যক বিজ্ঞানী প্রস্তুত হয়ে রইলেন। তঁারা তঁাদের নিখুঁৎ যন্ত্রপাতি নিয়ে নির্দিষ্ট সময়ের জন্তে অধীর প্রতীক্ষায় রইলেন, কারণ তঁাদের এই প্রত্যক্ষ করবার উপর নির্ভর করছে ভাঙ্কানের স্থায়িত্ব। কিন্তু দুর্ভাগ্যবশতঃ সমস্ত কিছু প্রস্তুত রেখেও ভাঙ্কানের আর দেখা পাওয়া গেল না। গণনায় কিছু ভুল থাকতে পারে মনে করে এর পরেও তঁারা তর তর করে অনুসন্ধান চালালেন। কিন্তু না, কোন কিছুই দেখা মিললো না। বিজ্ঞানীরা নিশ্চিত হলেন—বুধ এবং সূর্যের মাঝামাঝি অঞ্চ কোন গ্রহ নেই। দুর্ভাগ্য লেভেরিয়ারের এবং দুর্ভাগ্য ডক্টর লেস্কারবন্টের। কিন্তু একটা সন্দেহ সকলের মনের মধ্যে ঊকি মারতে লাগলো, যদি কোন গ্রহ না-ই থাকবে, তবে ডক্টর লেস্কারবন্ট ওটা দেখলেন কি? হয়তো বিন্দুবৎ কোন সৌরকলঙ্ক (Sun spot)। সূর্যের আবর্তনের কালে একটি বিন্দুবৎ সৌরকলঙ্ক হয়তো সরে যেতে দেখেছিলেন ডক্টর লেস্কারবন্ট এবং তাকেই তঁার নতুন গ্রহ বলে ভ্রম হয়েছিল।

কিন্তু তা না হয় হলো। এদিকে বুধগ্রহের উৎকেন্দ্রিক উপবৃত্তাকার পথে চলবার রহস্যের তো কোন কিনারা হলো না! হ্যাঁ, তাও হলো। এর জন্তে এগিয়ে এলেন বিজ্ঞানী আইন-ষ্টাইন। তঁার আপেক্ষিকতা মতবাদ ঘোষণার পর গণনার সাহায্যে দেখালেন, উপবৃত্তের একটি নাভিতে (Focus) সূর্যকে রেখে যদি কোন গ্রহ তার পথ পরিক্রমা করে, তবে ঐ উপবৃত্তাকার পথটি ঐ নাভিকে কেন্দ্র করে ধীরে ধীরে আবর্তিত হয়ে চলেবে; অর্থাৎ একটি নির্দিষ্ট উপবৃত্তে কোন গ্রহের পক্ষে পথ পরিক্রমা করা অসম্ভব। তবে পৃথিবী, মঙ্গল, বৃহস্পতি, শনি প্রভৃতি গ্রহগুলির কক্ষপথের নাভিদ্বয়ের পারস্পরিক দূরত্ব এত অল্প যে, ওদের কক্ষপথগুলি প্রায় বৃত্তের সামিল। কাজেই কোন নাভিকে কেন্দ্র করে ওদের কক্ষপথের আবর্তন উপলব্ধি করা কঠিন। কিন্তু বুধগ্রহ অপেক্ষাকৃত লম্বাটে উপবৃত্তে কিছুটা দ্রুত গতিতে সূর্যকে পরিক্রমা করায় ঐ গ্রহের কক্ষপথের অনুস্বর (Perihelion) প্রতি শতাব্দীতে ৪২'৭ কৌণিক সেকেন্ডে আবর্তিত হয়ে চলেছে। জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা বুধের কক্ষপথের প্রতি সতর্ক দৃষ্টি রেখে দেখলেন, আইনষ্টাইনের মতবাদ অনুসারে তার যাত্রাপথ হুবহু মিলে যাচ্ছে। [অস্বাভাব্যে বলা যায়, বুধের ঐ বিচিত্র চলবার ভঙ্গীই আইনষ্টাইনের আপেক্ষিকতা তত্ত্বের প্রমাণ সুদৃঢ় করলো, অর্থাৎ ভাঙ্কান বিজ্ঞান-জগৎ থেকে বিলুপ্ত হলো বটে, কিন্তু তার স্থানে সুপ্রতিষ্ঠিত হলো আপেক্ষিকতা তত্ত্ব।]

গিরিজাচরণ ঘোষ*

ফল পাকে কেন ?

ফল পাকে কেন আর কেনই বা তার রং ও গন্ধের পরিবর্তন ঘটে ? এই প্রশ্ন তোমাদের অনেকেরই মনে জাগে। এই বিষয়ে মোটামুটিভাবে কিছু আলোচনা করবো।

ফল পাকবার সঙ্গে সঙ্গে তার মধ্যে বিভিন্ন প্রকার অম্লের পরিমাণ, খেতসার, শর্করা ও প্রোটিন প্রভৃতির উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন ঘটে। এছাড়া কোষ-প্রাচীরেরও পরিবর্তন ঘটে দেখা যায়।

ফল পাকে কেন ? এক কথায় তার জবাব হলো—বয়েস বাড়ে বলে। তবে এটাই ফল পাকবার কারণ সম্বন্ধে শেষ কথা নয়। আরো অনেক কিছু জানবার আছে। নানা প্রকার পরীক্ষা-নিরীক্ষার সাহায্যে ফল পাকবার কারণ সম্বন্ধে বিস্তৃত তথ্য বিজ্ঞানীরা জানতে পেরেছেন। ফলে আবিষ্কৃত হয়েছে নানা প্রকার স্নগন্ধি জবা, যেগুলি পাকা ফলে বিজ্ঞমান। তাদের কিছু কিছু কৃত্রিম উপায়ে তৈরি করাও সম্ভব হয়েছে; যেমন—কমলা লেবু, পাকা কলা, আপেল প্রভৃতির সৌরভ। আবার অণু দিকে উদ্ভাবিত হয়েছে কৃত্রিম উপায়ে ফল পাকবার নানাবিধ প্রক্রিয়া।

উদ্ভিদ-বিজ্ঞানীরা ফল পাকবার সময় ফলের শ্বাসক্রিয়ার বৃদ্ধি লক্ষ্য করেছেন। পাকবার সময় কিছু কিছু ফলের ক্ষেত্রে অবশ্য এই শ্বাসক্রিয়ার বৃদ্ধি ঘটে না; যেমন—চেরী, ডুমুর প্রভৃতি। কিন্তু অধিকাংশ ফলের এই শ্বাসক্রিয়া বৃদ্ধি পায় কেন ? তার এক কথায় উত্তর দিতে পারেন নি কেউ। বিভিন্ন প্রকার ফলের রাসায়নিক বিশ্লেষণ ও অস্থায়ী পরীক্ষা-নিরীক্ষার দ্বারা বিজ্ঞানীরা তাঁদের নিজ নিজ মত ব্যাখ্যা করেছেন। এর ফলে আমাদের ক্ষেত্রে যা সত্য—আপেলের বেলায় তা পুরাপুরি সত্য নয়, আবার লিচুর ক্ষেত্রে তা হয়তো একেবারেই প্রযোজ্য নয়। তবে একটা ব্যাপারে সবাই একমত। সেটা হচ্ছে ফলের ঐ অদ্ভুত শ্বাসক্রিয়ার বৃদ্ধি। বিজ্ঞানী কিডের মতে, কোষের মধ্যস্থিত সাইটোপ্লাজমে সক্রিয় ক্লুটোজের উপস্থিতিই শ্বাসক্রিয়ার বৃদ্ধি ঘটায়। ফলের কোষের মধ্যস্থিত কস্কেট-গ্রাহক অ্যাডিনোসিন ডাইকস্কেট (ADP) যে ফলের শ্বাসবৃদ্ধি ঘটায়, এটাও আজ সর্বজনস্বীকৃত। বয়োবৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে ফলের মেটাবলিক সক্রিয়তা লক্ষ্যীয়ভাবে বৃদ্ধি পায়, যেমন—কলা পাকবার সময় Carboxylase ও Aldolase এবং আপেল পাকবার সময় Malicenzyme ও Pyruvic carboxylase-এর সক্রিয়তার বৃদ্ধি দেখা যায়। এছাড়া আছে ফল পাকবার সময় কতকগুলি উল্লেখযোগ্য রাসায়নিক পরিবর্তন। কাঁচা ও পাকা ফলের স্বাদের তারতম্য এই রাসায়নিক পরিবর্তনের ফলেই ঘটে থাকে। আপেল পাকবার সময় খেতসারের পরিমাণ কমে আর শর্করার পরিমাণ বাড়ে। জ্বালপাতি ও আপেলের যে মিষ্টতা, তা পাওয়া যায় মূলতঃ ফ্রুক্টোজ শর্করার জন্মে। পাকা কলাতে ফ্রুক্টোজ

শুকোজ প্রভৃতি শর্করাগুলির পরিমাণ প্রচুর বৃদ্ধি পায় আর হেমিসেলুলোজজাতীয় কার্বোহাইড্রেটের পরিমাণ হ্রাস পায়।

অনেক সময় দেখা যায় ফল, আম প্রভৃতি ফল বেশী পেকে গেলে (মজে যাওয়া) তার মিষ্টতা কমে যায়। তার কারণ, এই সময় খাসকার্যের জন্তে ব্যবহৃত হবার দরুণ শর্করার হ্রাসপ্রাপ্তি ঘটে। কমলা লেবু ও আঙুর ফল গুদামজাত করবার সময় শর্করার বৃদ্ধি ও অম্লের পরিমাণ হ্রাস পায়। পক্ষান্তরে লেবুর বেলায় মোট অম্লের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়; অর্থাৎ কাঁচা লেবুর চেয়ে পাকা লেবু বেশী টক লাগে।

টকজাতীয় (সাইট্রাস) ফলগুলিতে উদ্ভিদ থেকে যে অম্ল সঞ্চিত হয়, সেগুলি অম্লীয় মেটাবলিক কার্যে ব্যবহৃত হয় না অথবা উদ্ভিদের অম্লীয় অংশে স্থানান্তরিত হতে পারে না বলেই পাকবার সঙ্গে সঙ্গে এদের অম্লতা বৃদ্ধি পেতে থাকে।

কাঁচা আপেল, টম্যাটো, আম প্রভৃতি খেতে খুবই টক লাগে, তার কারণ কাঁচা অবস্থায় এদের মধ্যে থাকে Malic, Quinic, Ascorbic প্রভৃতি অম্ল।

ফল পাকবার সঙ্গে সঙ্গে ফলের যে নমনীয়তা আসে, তার জন্তে মূলতঃ বিভিন্ন প্রকারের Pectic জব্বাই গুলিই দায়ী। বৃহৎ বৃহৎ Pectic জব্বার অণুগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অণুতে রূপান্তরিত হয় বলেই ফল পাকলে দৃঢ়তা কমে গিয়ে ফলে নমনীয়তা আসে। তাছাড়া আছে কতকগুলি পেকটিক এনজাইম, যেমন—Pectic esterase ও Polygalacturonase, যেগুলি পূর্বোক্ত পেকটিক জব্বার রূপান্তরে সাহায্য করে থাকে।

এবার ফলের রং পরিবর্তন ও সুমিষ্ট গন্ধের কথা কিছু বলা যাক। সুস্বাদু ফলের খোসাতে সর্বাধিক পরিমাণ Carotenoid ও Chlorophyll রং থাকে। পাকবার সঙ্গে সঙ্গে ফলের সবুজ রং ক্লোরোফিলের পরিমাণ কমতে থাকে—কিছুটা বিনষ্ট হয় আর কিছুটা অম্ল রঙে রূপান্তরিত হয়। পাকা টম্যাটোতে প্রচুর পরিমাণে লাইকোপিন আর হলুদে আপেলের কোমল অংশে প্রচুর পরিমাণে ক্যারোটিন থাকে। ফল পাকবার সঙ্গে সঙ্গে ক্লোরোফিল বিলুপ্তির প্রমাণ পাওয়া যায় Bosc ও Anjou নামে দুই প্রকার জ্বাস-পাতিতে। তবে সব ফলেই যে ক্যারোটিন বৃদ্ধি পাবে এমন নয়, যেমন—আঙুর। লেবু প্রভৃতিতে বরং ক্যারোটিনের পরিমাণ কমতেই দেখা যায়। সাধারণভাবে দেখা গেছে, সমস্ত টকজাতীয় (সাইট্রাস) ফলে ক্লোরোফিলের পরিমাণ প্রচুর পরিমাণে হ্রাসপ্রাপ্ত হয়। ফল পাকতে প্রচুর পরিমাণে ক্লোরোফিল বিনষ্ট হবে বা হ্রাস পাবে এমন কোন কথা নেই। কারণ ইথিলিন গ্যাস দিয়ে কার্বন ডাই-অক্সাইডের উপস্থিতিতে কৃত্রিম উপায়ে সাইট্রাস ফলগুলি পাকবার সময় কম পরিমাণে ক্লোরোফিল হ্রাস পেতে দেখা যায়।

লাউ, টম্যাটো, লঙ্কা, আম, কমলালেবু ইত্যাদি ফলে Carotenoid বৃদ্ধি পেতে দেখা যায়। এছাড়া ফলে পাওয়া যায় ফ্লোভোনয়েড, নানাধরকার কেনোলিক যৌগ ও Xanthophyll, Anthocyanin, Anthoxanthin প্রভৃতি রং। শেখোক্ত রংগুলির পরিপূর্ণ বিকাশ আলোর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য, পরিমাণ প্রভৃতির উপর নির্ভর করে। এই ব্যাপারটা খুব ভালভাবে লক্ষ্য করা যায় আপেল ফলের বেলায়। আপেল গাছে থাকবার সময় আপেলে প্রথমে সূর্যালোকে তেমন রং ধরে না, কিন্তু গাছ থেকে তুলে আনলে আলোতে রেখে দিলে আপেলের উপরের স্তূলের রং আস্তে আস্তে ফুটে ওঠে।

ফলের সৌরভ কোন একটি বিশিষ্ট পদার্থের জন্তে হয় না। অনেকগুলি রাসায়নিক যৌগের মিশ্রিত ক্রিয়ার ফল। ফলের সৌরভ সম্পর্কে আমাদের জ্ঞান খুবই সীমাবদ্ধ, কারণ এগুলি ফলে এত কম পরিমাণে থাকে যে, এগুলির সংগ্রহ ও রাসায়নিক বিশ্লেষণ খুবই কষ্টসাধ্য। পাকা ফল থেকে যে সব উদ্বায়ী পদার্থ পাওয়া যায়, সেগুলির মধ্যে আছে বিভিন্ন প্রকার অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড, কিটোন, এস্টার, টারপিন, ইথিলিন প্রভৃতি। তাছাড়া ফলের শ্বাস-প্রশ্বাসের ফলে উদ্ভূত কার্বন ডাই-অক্সাইড তো আছেই।

সাইট্রাস ফলগুলিতে টারপিনয়েড, কুমারিন ফেরোকুমারিনজাতীয় যৌগগুলি থাকবার দরুণ সুগন্ধ উৎপন্ন হয়। তাছাড়া বিভিন্ন ধরনের অম্ল এবং শর্করাও ফলের সৌরভের জন্তে কিছু অংশে দায়ী।

কৃত্রিম উপায়ে ফল পাকানো ও সংরক্ষণ করা যায়। আমাদের দেশে গ্রামাঞ্চলে কৃত্রিম উপায়ে ফল পাকাবার বহুবিধ প্রথা প্রচলিত আছে; যেমন—মাটির তলায় গর্ত খুঁড়ে তার মধ্যে শুকনো ঘাস, খড় ইত্যাদি বিছিয়ে আম, সবেদা প্রভৃতি পাকানো হয়ে থাকে। পাকাবার জন্তে কলার কাঁদি পর পর সাজিয়ে ছোট ঘরে প্রচুর ধোঁয়া দিয়ে বন্ধ করে রাখা হয়। কোথাও কোথাও কাঁঠালের বোঁটায় লাল টকটকে গরম লোহার রড ঢুকিয়ে পাকানো হয়। এমনি নানারকম পদ্ধতি গ্রামাঞ্চলে প্রচলিত আছে।

বিজ্ঞানসম্মত উপায়ে ফল পাকানো হয় বাতাসে অক্সিজেন ও কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ বাড়িয়ে-কমিয়ে এবং ইথিলিন গ্যাস প্রয়োগ করে। বাতাসে অক্সিজেন অথবা ইথিলিন গ্যাসের পরিমাণ বাড়িয়ে দিলে ফলের অতিরিক্ত শ্বাসক্রিয়ার বৃদ্ধি ঘটে এবং ফলে অতি দ্রুত Climacteric অবস্থা দেখা যায় এবং তাড়াতাড়ি ফল পাকতে আরম্ভ করে। ইথিলিন একটি শক্তিশালী ফল পাকানো গ্যাস। বাতাসে লক্ষ ভাগের এক ভাগ পরিমাণ ইথিলিন গ্যাসও খুবই কার্যকরী দেখা যায়, তবে বিভিন্ন ফলের ক্ষেত্রে বিভিন্ন মাত্রা প্রয়োগ করতে হয়। বিভিন্ন দেশে কৃত্রিম উপায়ে ফল পাকাবার ব্যবস্থা ক্রমশঃ বৃদ্ধি পাচ্ছে। প্রাকৃতিক দুর্যোগ, বড়-বৃষ্টি, কীট-পতঙ্গ বা পশুপাখীর জন্তে ফল গাছে অনেক

দিন পর্যন্ত থাকলে তা প্রচুর পরিমাণে বিনষ্ট হবার সম্ভাবনা থাকে। কাজেই এদের হাড় থেকে রক্ষা করতে হলে ফল গাছে পাকা অবস্থি অপেক্ষা না করে আগেই সেগুলি ভাঙে নিয়ে কৃত্রিম উপায়ে পাকানো উচিত। কৃত্রিম উপায়ে পাকা ফল সংরক্ষণের জন্যে আবিষ্কৃতও হয়েছে নানাবিধ কৃত্রিম উপায়; যেমন—নিয়ন্ত্রিত বায়ু-কক্ষ, হিমঘর, বায়ু-সংরক্ষণ প্রভৃতি।

মণ্ট বাগচী*

*কৃষিবিভাগ, বিজ্ঞান কলেজ, 35 বালীগঙ্গ সাহুলার রোড, কলিকাতা 19

অ্যালার্জি



অনেক সময় দেখা যায় পেঁপে, কাঁঠাল, লঙ্কা, ডিমের কুসুম, চিংড়ি খেলে বাসে কাষের সহ হয় না—হাঁচি, হিকা, জ্বর, আমবাত, গা চুলকানি প্রভৃতি নানা রকমের শারীরিক প্রতিক্রিয়া হয়। ডাক্তারেরা বলেন—অ্যালার্জি।

মানুষকে পরিশ্রম করতে হয়। পরিশ্রমে শরীরের কোষগুলি নিয়মিত ভাবে, সেগুলিকে গড়তে হয়। শ্রমে শরীরের সঞ্চিত শক্তির ক্ষয় হয়, সেই ক্ষয়ও পূরণ করতে হয়। আবার শরীরের বৃদ্ধির জন্যেও নতুন কোষ গড়তে হয়। এই সব কারণে মানুষের ক্ষুধা পায়। কাজেই খাদ্যোপাদানগুলি এমন হওয়া দরকার, সেগুলি যেন শরীরের কোষ তৈরি ও শক্তি আহরণের কাজ নির্বাহ করতে পারে। শরীরের সর্বাধিক প্রয়োজনীয় উপাদানটির নাম প্রোটিন, সে জন্যে খাদ্যে প্রচুর প্রোটিন থাকা চাই।

মানুষের প্রধানতঃ যে সব খাদ্যের প্রয়োজন, সেগুলি হলো—জল, শর্করা বা চিনিজাতীয় খাদ্য; যেমন—গ্লুকোজ, ফ্রুক্টোজ, ল্যাক্টোজ ইত্যাদি। স্নেহজাতীয় খাদ্য; যেমন—তেল, ঘি, চর্বি ইত্যাদি আর খেতসার বা ষ্টার্চজাতীয় খাদ্য—ভাত, আটা, মুজি প্রভৃতি। অজ্ঞাতের মধ্যে প্রয়োজন, শসার মত সেলুলোজজাতীয় খাদ্য, যা তুলে আর ঘাসে রয়েছে প্রচুর আর ভিটামিন, বিভিন্ন ধাতব লবণ ও অ্যাসিড প্রভৃতি। এই শেখোক্ত খাদ্য ব্যবহার করা হয় অল্প পরিমাণে। একেবারে না খেলে দেহের সমুদয় ক্ষতি হয়। কিন্তু বেশী খেলে বেশী উপকার হয় না। এসব ছাড়া আছে প্রোটিন।

মানুষের শরীরের প্রায় দশ ভাগের ছয় ভাগেই জলীয় পদার্থ। বাকী চার ভাগের এক ভাগ হলো প্রোটিন। প্রোটিন আছে দেহের সর্বাংশে। কোষাও বেশী, কোষাও কম। জীবদেহ মাজেই প্রোটিন আছে। তাই প্রোটিন প্রায় সব খাদ্য থেকেই কম বেশী পাওয়া যায়। তবে বেশী পাওয়া যায় কলমুল, ডাল, মাছ, মাংস, ডিম আর দুধে। প্রোটিন

আছে বহু রকমের। কেন না, এক-এক প্রকার জীবদেহে এক-এক ধরনের প্রোটিনের প্রয়োজন। সেগুলি তারা তৈরি করে নেয় তাদের খাওয়ার অগ্ৰাণ্য প্রোটিন থেকে। শুধু সবুজ উদ্ভিদ মাটি থেকে জল আর নাইট্রোজেন শোষণ করে, বায়ু থেকে গ্রহণ করে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস। সূর্যের আলোর সাহায্যে অঙ্গার আকর্ষণের ক্রিয়ায় এসব উপাদান মিলিয়ে প্রথমতঃ তৈরি করে শর্করা এবং তা থেকে প্রোটিন। মানুষ বা অগ্ৰাণ্য জীবদেহের প্রধান উপাদানগুলির মধ্যে জল সবচেয়ে সরল। মাত্র তিনটি পরমাণু আছে জলের অণুতে। সাধারণ চিনিতে আছে গোটা পঁয়তাল্লিশ পরমাণু। স্নেহ জাতীয় পদার্থে পরমাণুর সংখ্যা আরও বেশী। সাধারণ বনস্পতি ঘিতে আছে প্রায় পৌণে: দু-শয়ের মত পরমাণু। আর প্রোটিন অণুতে পরমাণুর সংখ্যা ছয় হাজার থেকে কয়েক লক্ষ হওয়া সম্ভব।

জলের উপাদান—হাইড্রোজেন, অক্সিজেন। চিনির উপাদান হাইড্রোজেন, অক্সিজেন ও কার্বন। স্নেহজাতীয় পদার্থেরও তাই। প্রোটিনে কার্বন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেনের সঙ্গে থাকে নাইট্রোজেন এবং প্রায়শঃ গন্ধক বা সালফার পরমাণু। তাছাড়া কখনও কখনও ফস্ফরাস, ক্যালসিয়াম, লোহা, কোবাল্ট ইত্যাদিও থাকে। পরমাণুর সংখ্যা এত বেশী হওয়ায় ও বিভিন্ন ধরনের পরমাণু থাকবার ফলে প্রোটিনের বহু বৈচিত্র্য হয়ে থাকে। কত রকমের যে প্রোটিন হতে পারে, তা গুনলে অবাক হতে হয়। একের পর ছয় শতটি শৃঙ্খল বসালে যা হয়, বিভিন্ন রকমের প্রোটিনের মোট সংখ্যা হলো তাই। এত রকম প্রোটিনের সবগুলিই মানুষের কাজে লাগে না—অনেক প্রোটিন একেবারেই সহ্য হয় না। আবার দেখা যায়, কোন কোন মানুষের শারীরিক গঠনই হয়তো এমন যে, কোন বিশেষ প্রোটিনকে ঐ দেহ সহ্য করতে পারে না। এই রকম প্রোটিনকে ইংরেজীতে বলে ফরেন প্রোটিন। সাধারণতঃ যাদের শরীরে ক্যালসিয়ামের অভাব থাকে, তাদের অনেকে ফস্ফরাস প্রোটিন বেশী সহ্য করতে পারে না। তাদের তাই চিংড়ি, ডিম প্রভৃতি অর্থাৎ ফস্ফরাসযুক্ত খাদ্য বেশী খেলে শারীরিক প্রতিক্রিয়া হতে থাকে এবং শরীর অসুস্থ হয়। আবার ঐ ধরনের প্রোটিন খুব বেশী মাত্রায় খেলেও অগ্ৰ আরেক জনের শরীরে কিছু হয় না। মানুষের পক্ষে সব প্রোটিনই ভাল নয়। সাপের বিষের মূল উপাদানও প্রোটিন।

অ্যালার্জির কারণ হলো কোন অবাঞ্ছিত ফরেন প্রোটিন। এই অবাঞ্ছিত প্রোটিন নানাভাবে মানুষের শরীরে প্রবেশ করে; যেমন—নিশ্বাসের সঙ্গে প্রোটিন-অণু ঢুকে যেতে পারে। অনেকের ফুলের গন্ধে অ্যালার্জি হতে দেখা গেছে। কোন রকম জামা-কাপড়ের সংস্পর্শেও অ্যালার্জি হতে পারে। আবার কোন বিশেষ দু-জন মানুষ গা ঘেঁষাঘেঁষি করে বসে থাকলেও একজনের দেহে অ্যালার্জি প্রকাশ পেতে দেখা গেছে। তবে সাধারণতঃ কল্লেন প্রোটিনই খাওয়ার মাধ্যমে দেহে প্রবেশ করে অ্যানার্জি প্রকাশের কারণ ঘটায়।

পারদর্শিতার পরীক্ষা

পদার্থবিজ্ঞান ত্রীমাদের মধ্যে কে কেমন পারদর্শী, তা বোঝার জন্তে 5টি প্রশ্ন দেওয়া হলো। প্রত্যেকটি প্রশ্নের 3টি করে উত্তর দেওয়া আছে—কোনটি ঠিক বলতে হবে। উত্তর দেবার জন্তে মোট সময় : 3 মিনিট। প্রতিটি প্রশ্নের জন্তে নম্বর হচ্ছে 20 ; সবশুদ্ধ নম্বর 100। 100-এর মধ্যে 100 পেলে খুব ভাল, 80 বা 60 পেলে ভাল, 40 বা 20 পেলে মন্দের ভাল আর একেবারে 0 পেলে কিছু না বলাই ভাল।

1. ভূপৃষ্ঠ থেকে 250 কিলোমিটার উচ্চে বৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণরত কোন মহাকাশযানের একজন আরোহী একটি খালি খাবারের টিন ঐ যানের বাইরে ফেলে দিলে সেই খাবারের টিনটি

- (ক) ক্রমাগতই চাঁদের দিকে যেতে থাকবে।
- (খ) পৃথিবীর দিকে সোজা নেমে আসবে।
- (গ) মহাকাশযানের সঙ্গে সঙ্গে চলবে।

2. একটি দাঁড়িপাল্লায় একদিকে একটি বীকারে কিছু জল রয়েছে এবং অন্য দিকে সমান ওজনের বাটখারা চাপানো আছে। কেউ যদি এখন হাতে একটি পেল্লি নিয়ে পেল্লিটির কিয়দংশ বীকারের জলের মধ্যে ডুবিয়ে স্থিরভাবে ধরেন, তাহলে

- (ক) পাল্লাটি আগের অবস্থাতেই থাকবে।
- (খ) বীকারের দিকটি নেমে আসবে।
- (গ) বীকারের দিকটি উঠে যাবে।

3. মোটর গাড়ির চালকের সামনে যে দর্পণ থাকে, সেটি হলো একটি

- (ক) সমতল দর্পণ।
- (খ) উত্তল দর্পণ।
- (গ) অবতল দর্পণ।

4. আমরা যে 100 ওয়াটের বৈদ্যুতিক বাস ব্যবহার করি, তা যদি 220 ভোল্টের বৈদ্যুতিক সরবরাহ ব্যবস্থার উপযোগী করে তৈরি হয়ে থাকে, তাহলে ঐ বাসের ফিলামেন্টের রোধ হচ্ছে

- (ক) 48.4 ওহ্ম।
- (খ) 484 ওহ্ম।
- (গ) 4840 ওহ্ম।

5. একটি পরমাণুর আয়তন প্রায়

(ক) 10^{-8} ঘন সেন্টিমিটার ।(খ) 10^{-13} ঘন সেন্টিমিটার ।(গ) 10^{-24} ঘন সেন্টিমিটার ।

(উত্তর—313নং পৃষ্ঠায় জড়ব্য)

ব্রজানন্দ দাশগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু*

* সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার ফিজিক্স, কলিকাতা-9

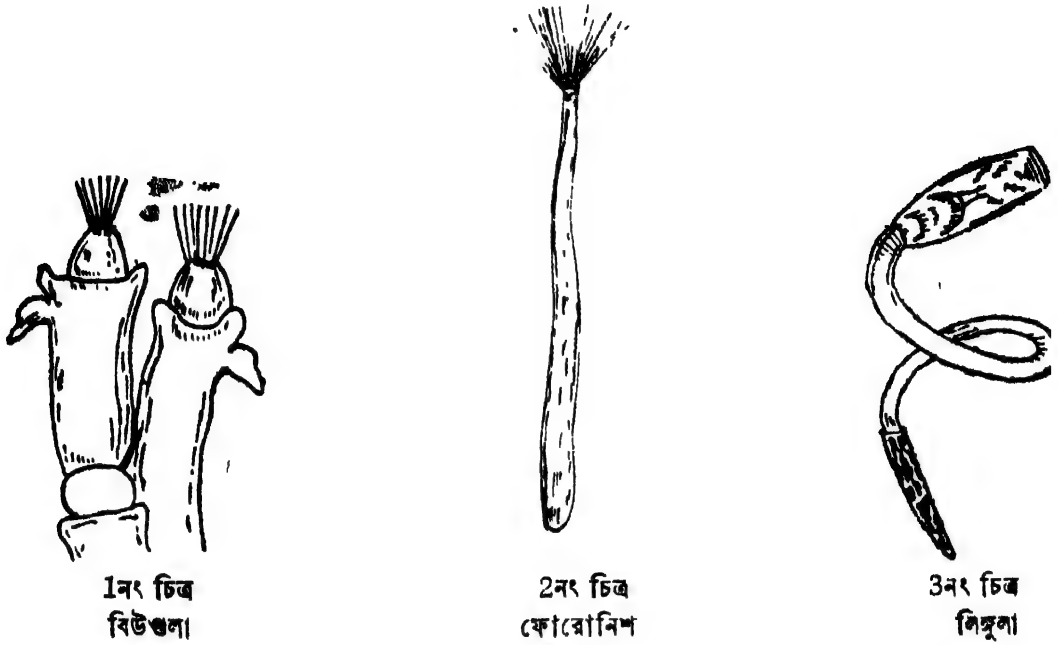
কতিপয় অজ্ঞাতপ্রায় প্রাণী

আমাদের এই পৃথিবীতে প্রায় লক্ষ লক্ষ প্রাণী বাস করে এবং তাহাদের প্রত্যেকেরই প্রাণিজগতের কোন না কোন পর্বে বা শ্রেণীতে নির্দিষ্ট স্থান আছে। কিন্তু এমন কয়েক জাতীয় প্রাণী আছে, যাহাদের কোন পর্বে বা শ্রেণীতে স্থান নির্দিষ্ট করা হয় নাই। তাহার কারণ, ঐ সকল প্রাণী সম্বন্ধে খুব কম তথ্য জানবার ফলে তাহাদের এমন কোন চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য পাওয়া যায় নাই, যাহার সহিত অল্প কোন পর্ব বা শ্রেণীর বৈশিষ্ট্যের মিল আছে। এখানে আমরা এই প্রকার কয়েকটি প্রায় শ্রেণীবিহীন অমেরুদণ্ডী প্রাণী সম্বন্ধে আলোচনা করিব।

ব্রায়োজোয়া নামে এক শ্রেণীর সামুদ্রিক প্রাণী আছে, যাহারা দলবদ্ধভাবে বাস করে এবং উহাদের এই উপনিবেশকে অনেক সময় সমুদ্রের মাদুর (Sea-mat) আখ্যা দেওয়া হয়। এই উপনিবেশগুলি চুন বা চটচটে শক্ত আঠাজাতীয় পদার্থের দ্বারা তৈয়ারী হয়। ক্ষুদ্র আয়তনবিশিষ্ট এই সকল প্রাণী বিভিন্ন রঙের হইয়া থাকে। ইহাদের মুখের কাছে প্রচুর কর্শিকা আছে, যাহা মুখের ভিতর লুকাইতে পারা যায়। যদিও সামুদ্রিক, তবুও কিছু ব্রায়োজোয়া পুকুরিণী বা হ্রদে পাওয়া যায়। সমুদ্রের প্রায় 3000 ফাদম গভীরতায়ও ব্রায়োজোয়া পাওয়া গিয়াছে। উদাহরণস্বরূপ, বিউগুলা (1নং চিত্র), গ্লুমাটোলা প্রভৃতির নাম করা যাইতে পারে। ভূতত্ত্ববিদগণের মতে, এই সকল প্রাণীর আবির্ভাব হয় ক্যামব্রিয়ান যুগে।

কোরোনিডা এমন এক শ্রেণীর প্রাণী, যাহাদের দেহ দৈর্ঘ্যে খুব ক্ষুদ্র হইতে 5 ইঞ্চি পর্যন্ত হয়। ইহারা কীটজাতীয় সামুদ্রিক প্রাণী এবং পাতলা ঝিল্লী অথবা পাতলা চামড়ার নলের মধ্যে বাস করে। দেহের এক প্রান্তে প্রচুর শোঁয়া থাকে। ইহারা অনেক সময়

দলবদ্ধ হইয়া বাস করে। বালি, কাদা, পাথর—এমন কি, শয়ুকজাতীয় প্রাণীর খোলকে গর্ত করিয়া বাস করে। ইহাদের মধ্যে ফোরোনিশ (২নং চিত্র) উল্লেখযোগ্য। এই প্রাণীর পৃথিবীর প্রায় সর্বত্র দেখা যায়।



ত্রাকিওপোডা প্রাণীদের কিছুকের জায় দুইটি শক্ত খোপক আছে। পূর্বে ইহাদের শয়ুকজাতীয় পর্বে স্থান ছিল, কিন্তু আভ্যন্তরীণ কাঠামো অল্পরূপ হইবার ফলে উহা পরিত্যক্ত হয়। ইহাদের দেহের পশ্চাৎ ভাগে ছোট অথবা বড় বস্তু থাকে, যাহার সাহায্যে প্রাণীটি নিজেকে অপর বস্তুর সহিত আটকাইয়া রাখে। এই সকল সামুদ্রিক প্রাণী দলবদ্ধভাবে বাস করে না এবং ইহাদের সমুদ্রপৃষ্ঠ হইতে ২,৯০০ ফাদমের মধ্যে পৃথিবীর প্রায় সর্বত্র পাওয়া যায়। লিঙ্গুলা (৩নং চিত্র), ম্যাজেলানিয়া প্রভৃতি এই প্রাণীর উল্লেখযোগ্য প্রাণী বীরে ধীরে অবলুপ্তির পথে।

কিটোগ্জাখা প্রাণীর প্রাণীর চ্যাপ্টা টর্পেডো আকারের এবং ২ হইতে ৭ সেন্টিমিটার পর্যন্ত দীর্ঘ হইয়া থাকে। প্রায় স্বচ্ছ এই সকল প্রাণীর ক্ষুদ্র পাখনা আছে, যাহার দ্বারা উহারা সমুদ্রে সাঁতার কাটে। ইহাদের দেহের সম্মুখভাগে শক্ত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র শোঁয়া আছে। আশ্চর্যের বিষয়, আরতনে ক্ষুদ্র হইলেও ইহারা মাংসাশী প্রাণী। এই প্রাণীর মধ্যে সাজিটা, ইউক্রোনিয়া এবং স্প্যাডেলা—এই তিন প্রকার প্রাণীই এখন জীবিত আছে।

ক্যালিসোজোয়া প্রাণীর প্রাণীরা একক বা দলবদ্ধভাবে বাস করে। ইহারা চলাচল করিতে অক্ষম বলিয়া স্পঞ্জ, নানা প্রকার কীট প্রভৃতির দেহের সঙ্গে নিজেকে যুক্তের

সাহায্যে আটকাইয়া রাখে। দেহ 1 মিলিমিটার অপেক্ষা ক্ষুদ্র কাপের জায়; বাহার চারি-ধারে কর্শিকা আছে। এই প্রকার প্রাণীর মধ্যে পেডিসেলিনা, লেক্সোসোমা উল্লেখযোগ্য। ইহারা সকলেই সামুদ্রিক প্রাণী, কেবল আরনাটেলাকে আমেরিকার পুফরিণী বা নদীতে পাওয়া যায়।

রটিফেরাজাতীয় প্রাণীও খুবই ক্ষুদ্র, অণুবীক্ষণ যন্ত্র ছাড়া ইহাদের দেখা যায় না। ইহারা পুকুর, নদী বা সমুদ্রে বাস করে। রটিফেরা জলজ উদ্ভিদাণু বা জীবাণু খাইয়া জীবনধারণ করে। রটিফেরা জাতীয় প্রাণীরা ক্ষণজীবী, এক বৎসরের মধ্যে ইহাদের অনেকগুলি বংশ পার হইয়া যায়। ইহাদের মুখের চারিধারে চক্রাকারে শোঁয়া সজ্জিত থাকে। দেহের পশ্চাৎভাগে একটি দ্বিধণ্ডিত লেজ আছে, বাহার মধ্যে সিমেন্ট গ্র্যাণ্ড আছে। ঐ গ্র্যাণ্ড হইতে রস নিঃসরণ করিয়া নিজেকে অপর বস্তুর সহিত আটকাইয়া থাকে। দেহের মধ্যভাগ চট্‌চটে শক্ত খোলকের দ্বারা আবৃত থাকে। কিছু রটিফেরা সময় সময় পরজীবীরূপে অণু প্রাণীর দেহে বাস করে। এই শ্রেণীর মধ্যে রটিফার, ব্রাকিওনাস ইত্যাদির নাম করা যাইতে পারে।

একাইনোডেরা শ্রেণীর সামুদ্রিক কীট দৈর্ঘ্যে প্রায় 1 মিলিমিটার হয়। ইহাদের দেহ বাকানো ও ছোট ছোট খণ্ডে বিভক্ত। দেহের প্রত্যেক খণ্ডে কাঁটা আছে। ইহারা কাদা বা বালির মধ্যেও বাস করে। এই শ্রেণীর উল্লেখযোগ্য প্রাণী একাইনোডারস।

উপরিউক্ত কোন শ্রেণীর প্রাণীর সহিত অপর কোন শ্রেণীর প্রাণীর মিল নাই। কিন্তু কোন কোন বিজ্ঞানী এই সমস্ত প্রাণীগুলিকে মলাস্কয়ডিয়া পর্বে স্থান দিয়াছেন। আবার কোন কোন বিজ্ঞানী মাত্র প্রথম তিনটি শ্রেণী—ব্রায়োজোয়া, ফোরোনিডা ও ব্রাকিওপোডাকে মলাস্কয়ডিয়াপর্বে স্থান দিয়াছেন। বস্তুতঃ প্রাণিজগতে এই সকল প্রাণীর স্থান এখনও সঠিকভাবে নির্ণীত হয় নাই।

ত্রীগৌরচন্দ্র দাস

ভাইরাস ও ডাঃ এন্ডার্স

ব্যাধির সঙ্গে সংগ্রামে মানুষের বিজয় অভিযান আর এক ধাপ অগ্রসর হলো—1955 সালের 12ই এপ্রিল ঘোষণা করা হয় যে, শিশু-পক্ষাঘাত রোগে প্রতিবেদক টিকা প্রতিকাশ প্রায় 80টি ক্ষেত্রে ফলপ্রসূ বলে প্রমাণিত হয়েছে। মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে এই বিষয়ে ব্যাপকভাবে পরীক্ষা করা হয়েছে।

এই টিকা বর্তমানে সড়-টিকা নামে সারা পৃথিবীতে খ্যাতিলাভ করেছে। ম্যাসাচুসেট্‌সের অন্তর্গত কেম্ব্রিজের হার্ভার্ড মেডিক্যাল স্কুলের ডাঃ জন. এফ. এন্ডার্স

ও তাঁর দু-জন সহকর্মীর মৌলিক গবেষণার ফলেই শিশু-পক্ষাঘাতের প্রতিষেধক এই টিকার উদ্ভাবন সম্ভব হয়েছে। এঁরা অভিহিত হয়েছিলেন এন্ডার্স টিম নামে। দলের প্রবীণ সদস্য ছিলেন ডাঃ এন্ডার্স। অপর সদস্যদ্বয়ের নাম ডাঃ ফ্রেডারিক সি. রবিন্স ও ডাঃ টমাস এইচ. ওয়েলার। এঁরা দু-জনেই হার্ভার্ড মেডিক্যাল স্কুলের সঙ্গে সংশ্লিষ্ট ছিলেন।

বিভিন্ন টিসুর কালচারের মধ্যে শিশু-পক্ষাঘাতের ভাইরাস বৃদ্ধি পেতে পারে—এই তথ্য আবিষ্কারের জন্মে ১৯৫৪ সালে ভেষজ-বিজ্ঞান ও শারীরবৃত্তে নোবেল পুরস্কার দেওয়া হয়। শিশু-পক্ষাঘাতের গবেষণার ক্ষেত্রে এটি যুগান্তকারী অগ্রগতি। কারণ এর পূর্ব পর্যন্ত একমাত্র প্রাণীর স্নায়ুতন্ত্র নিয়ে কালচারের দ্বারাই শিশু-পক্ষাঘাতের ভাইরাস জন্মানো সম্ভব ছিল। কিন্তু মানুষের ব্যবহারের উপযোগী টিকা উৎপাদনে এই পদার্থটি গ্রহণযোগ্য নয়।

ডাঃ এন্ডার্স একটি টেষ্ট-টিউবের মধ্যে ভাইরাসকে বহু গুণ বর্ধিত করতে সক্ষম হন। বিজ্ঞানীরা এই প্রথম জানতে পারলেন যে, বিশ্বে এর প্রয়োজন যতই থাকুক না কেন, এইভাবে উৎপাদন করে সেই প্রয়োজন মেটানো সম্ভব। একই সঙ্গে তাঁরা শিশু-পক্ষাঘাতের টিকার সঠিক সূত্রও আবিষ্কার করেন।

এন্ডার্স গোষ্ঠীর আবিষ্কৃত প্রক্রিয়ায় কালচার করা শিশু-পক্ষাঘাতের ভাইরাস থেকেই ডাঃ জোনাস ই. সঙ্ক শিশু-পক্ষাঘাতের প্রতিষেধক টিকা আবিষ্কার করেন।

ডাঃ এন্ডার্স গত কয়েক বছর ধরে যে সমস্ত গবেষণা করেছেন, তার ফলে তাঁর এই ধারণা জন্মেছে যে, নিম্নশ্রেণীর প্রাণীদের মধ্যে কোন কোন ধরণের ক্যালার রোগের কারণও ভাইরাস।

তিনি বলেছেন—সাম্প্রতিক গবেষণায় দেখা গেছে, ভাইরাস সংক্রমণের পর যে সমস্ত বিকৃত জীবকোষের উদ্ভব হয়, তা যে ভাইরাসকে আঁকড়ে ধরে থাকবে, এমন কোন কথা নেই। ঐ কোষগুলি ভাইরাসটিকে হারায় বটে, কিন্তু নিজেরা ক্রমেই বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং ভাইরাস না থাকলেও বিকৃত জীবকোষের বৃদ্ধি হতে পারে। মনে হয় ভাইরাসের কাজই যেন জীবকোষকে বিকৃত করা। ভাইরাস জীবকোষকে বিকৃত করে, কিন্তু তারপর জীবকোষ আপনা থেকেই বিকৃত হতে থাকে।

মানুষের দেহে ক্যালারের ক্ষেত্রেও এরকম ঘটতে পারে। অগুণসংক্রান্ত জীব-বিজ্ঞানের উন্নতির সঙ্গে সঙ্গে ভাইরাস যাতে ক্যালারের কারণ হতে না পারে, তার পদ্ধতি আবিষ্কৃত হতে পারে অথবা যে সমস্ত জীবকোষ ভাইরাসের দ্বারা আক্রান্ত হয়ে বিকৃত হতে শুরু করেছে, তাদের নিয়ন্ত্রণ করা বা মুছ করে তোলবার পদ্ধতিও আবিষ্কৃত হতে পারে।

৬৪ বছর বয়স্ক ডাঃ এন্ডার্স ১৮৯৭ সালে কানেক্টিকাটের ওয়েস্ট হার্টফোর্ডে

অগ্রগ্রহণ করেন। প্রথম বিশ্বযুদ্ধকালে তিনি মার্কিন নৌবহরের অন্তর্গত রিজার্ভ বিমান বাহিনীতে অফিসাররূপে কাজ করেছেন। যুদ্ধাবসানের পর তিনি পুনরায় ইয়েল বিশ্ববিদ্যালয়ে অধ্যয়ন শুরু করেন এবং 1920 সালে সাহিত্যে স্নাতক উপাধি লাভ করেন। অতঃপর তিনি হার্ভার্ড বিশ্ববিদ্যালয়ে চলে আসেন। 1922 সালে তিনি এখান থেকে সাহিত্যে স্নাতকোত্তর উপাধি এবং 1930 সালে ডক্টর অব ফিলজফি ডিগ্রী লাভ করেন। ইংরেজী সাহিত্যে পি-এইচ. ডি ডিগ্রী লাভ করাটাই ছিল তার মূল লক্ষ্য, কিন্তু যখন তিনি ইংরেজী নিয়ে অধ্যয়ন শুরু করেন, তখন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ এক নতুন প্রভাব এসে পড়লো তাঁর জীবনে। ফলে তাঁর জীবনের গতি সম্পূর্ণ পরিবর্তিত হয়ে যায়। এই গতি পরিবর্তনের মূলে ছিল হান্স জিন্সারের সঙ্গে তার সাক্ষাৎ। জিন্সার একজন খ্যাতিনামা জীবাণুতত্ত্ববিদ। তিনি এন্ডার্সকে বলেছিলেন যে, বিজ্ঞানের এই বিশেষ ক্ষেত্রটিতে কত কিছুই করবার রয়েছে। এই সাক্ষাৎকার এন্ডার্সকে এমনভাবে অনুপ্রাণিত করেছিল যে, তিনি ইংরেজী সাহিত্যের অধ্যয়ন ত্যাগ করে জীবাণুতত্ত্বের অন্বেষণ শুরু করলেন।

এর পর থেকেই জীবাণুতত্ত্ব ও ভাইরাসতত্ত্বের গবেষণাতেই তাঁর জীবনের সমস্ত সময় নিয়োজিত হয়। পি-এইচ. ডি ডিগ্রী লাভের পর তিনি হার্ভার্ড মেডিক্যাল স্কুলের জীবাণুতত্ত্ব বিভাগে শিক্ষকের কাজ নেন। সেই থেকে তিনি ঐ মেডিক্যাল স্কুলের সঙ্গে যুক্ত রয়েছেন।

বোস্টনের শিশু হাসপাতালে সংক্রামক ব্যাধি গবেষণা বিভাগের প্রধানরূপে এন্ডার্স ভাইরাস সম্পর্কে গবেষণার কাজ করেছিলেন, যার ফলে তিনি নোবেল পুরস্কার লাভ করেন। বর্তমানে তিনি চিলড্রেন মেডিক্যাল সেন্টারে কর্মরত রয়েছেন। এখানে তিনি এমন এক টিকা উদ্ভাবনের চেষ্টা করেছেন, যা হাম ও সংক্রামক যকৃৎ-প্রদাহ নিবারণে কার্যকরী হবে।

হান্স জিন্সারের সহকর্মীরূপে ডাঃ এন্ডার্স টাইফাস জীবাণু ধ্বংসকারী টিকা প্রস্তুতের পদ্ধতি উদ্ভাবনে সহায়তা করেছিলেন। মানবজাতির কাছে এটিও আশীর্বাদস্বরূপ হয়েছে। চিকিৎসাশাস্ত্রের গবেষণায় তাঁর এই ধারণা জন্মেছে যে, সাকলোর পিছনে প্রেরণা অপেক্ষা কাঠোর ও শ্রমসাধ্য কাজের মূল্য অনেক বেশী।

শিশু-পক্ষাঘাতের প্রতিবেদক টিকা আবিষ্কারের প্রায় সমস্ত কৃতিত্বটুকুই পেয়েছেন ডাঃ জোনাস সঙ্ক। এমন কি, তাঁর সম্মানে তাঁরই নামে টিকাটির নামকরণও করা হয়েছে। কিন্তু ডাঃ এন্ডার্স ও তাঁর ছই সহকর্মী বিজ্ঞানী কঠোর পরিশ্রম ও ধৈর্য সহকারে গবেষণা করেছিলেন বলেই সঙ্ক-টিকা আবিষ্কার করা সম্ভব হয়েছিল।

উত্তর

(পারিদর্শিতার পরীক্ষা)

1. (গ)

[আমরা জানি, কক্ষপথে প্রারম্ভিক গতিবেগ ও পৃথিবীর অভিকর্ষের সম্মিলিত কমে মহাকাশযান পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করতে থাকে। এই একই কারণে খাবারের টিনটিও মহাকাশযানের সঙ্গে সঙ্গে চলে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করবে।]

2. (খ)

[বীকারের জলে পেল্লি ডুবানোর ফলে যে পরিমাণ জল অপসারিত হয়, তার ওজনের সমান একটি বল পেল্লির উপর উত্থাপিতমুখে কার্যকর হয়। নিউটনের গতিবিজ্ঞানের তৃতীয় সূত্র অনুযায়ী একটি সমপরিমাণ প্রতিক্রিয়া-বল জলের উপর নিম্নাভিমুখে কার্যকর হয়। ফলে, পান্নার যে দিকে বীকার আছে, সেদিকটি নেমে আসবে।]

3. (খ)

[উত্তল দর্পণ একই আকারের সমতল বা অবতল দর্পণ অপেক্ষা বিস্তৃততর অংশের প্রতিবিম্ব গঠন করতে পারে। মোটর গাড়ির চালকের সামনে যে উত্তল দর্পণ থাকে, সেই দর্পণে গাড়ির পিছনের দৃষ্টের একটি বৃহৎ অংশ প্রতিফলিত হয়ে ক্ষুদ্রাকারে ও সোজাভাবে চালকের দৃষ্টিতে ধরা পড়ে।]

4. (খ)

[কোন রোধ R-এর দু'ধারের বিভাৎ-বিন্দুের পার্থক্য V হলে এই রোধে ব্যয়িত বৈদ্যুতিক ক্রমতা

$$P = V^2/R$$

$$\text{বা } R = V^2/P$$

এক্ষেত্রে

$$R = 220^2/100 = 484 \text{ ওহ্ম.}]$$

5. (গ)

[একটি পরমাণুর ব্যাস প্রায় 10^{-8} সেন্টিমিটার। হুডরাং পরমাণুর আয়তন প্রায় 10^{-24} ঘন সেন্টিমিটার।]

প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন 1। ড্রাই-আইস কি কাজে লাগে ?

শ্রামল চক্রবর্তী, পূর্বা চক্রবর্তী, বহরমপুর

প্রশ্ন 2। শ্রাওলা কি ? খাওয়ার বিকল্প হিসাবে শ্রাওলাকে ব্যবহার করবার পিছনে শ্রাওলার গুণগত বৈশিষ্ট্য সম্বন্ধে কিছু বলুন।

কবিতা মণ্ডল, কলিকাতা-14

উ: 1। হিমাক্ষের বেশ কিছু নীচের তাপমাত্রায় কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসকে চাপ প্রয়োগের দ্বারা কঠিন অবস্থায় রূপান্তরিত করা যায়। এই কঠিন কার্বন ডাই-অক্সাইডকে ড্রাই-আইস বা শুকনো বরফ বলা হয়। এই শুকনো বরফ অবস্থার পরিবর্তনে সোজা-সুজি গ্যাসে পরিণত হয়। এই কারণেই একে শুকনো বরফ বলা হয়।

খাদ্যস্রব্য সংরক্ষণ, রক্ত হিমায়ন, মানসিক ব্যাধির চিকিৎসা, পরীক্ষাগারে নিম্ন তাপমাত্রা উৎপাদন ইত্যাদি কাজে শুকনো বরফকে বিভিন্ন ভাবে ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

খাদ্যস্রব্য সংরক্ষণের ব্যাপারে সাধারণ জল থেকে তৈরি বরফের বদলে শুকনো বরফকে কাজে লাগিয়ে ভাল ফল পাওয়া যায়। সাধারণ বরফের তুলনায় শুকনো বরফের লীন তাপ বেশী, অর্থাৎ শুকনো বরফের বেলায় অবস্থার পরিবর্তনে বেশী তাপের প্রয়োজন। তাই হিমায়নের কাজে জল থেকে তৈরি বরফের তুলনায় শুকনো বরফ বেশী কাজে লাগে।

সাধারণ বরফের সঙ্গে লবণ মিশিয়ে নিম্ন তাপমাত্রার সৃষ্টি করা হয়। কিন্তু এই বরফ তাপ গ্রহণ করে জল হয়ে আধারকে সিক্ত করে। তাছাড়া এই লবণমিশ্রিত জল আধারের ক্ষয় সাধন করে। আগেই বলা হয়েছে যে, শুকনো বরফ কঠিন অবস্থা থেকে সোজা-সুজি গ্যাসে রূপান্তরিত হয়। কাজেই এটা পাত্রকে সিক্ত বা পাত্রের ক্ষয় সাধন করে না। তাছাড়া, শুকনো বরফ দিয়ে যথেষ্ট নিম্ন তাপমাত্রা বজায় রাখা যায়। শুকনো বরফ দিয়ে কৃত্রিম ভাবে বৃষ্টিপাতও ঘটানো সম্ভব।

উ: 2। শ্রাওলা হচ্ছে এক শ্রেণীর উদ্ভিদ। এককোষী ও বহুকোষী—উভয় শ্রেণীর শ্রাওলাই হয়ে থাকে। তবে এককোষীদের অণুবীক্ষণ যন্ত্র ছাড়া দেখতে পাওয়া যায় না। যাদের আমরা সাধারণতঃ দেখে থাকি, তারা বহুকোষী। বিভিন্ন জাতের শ্রাওলা দেখা যায়।

রাসায়নিক পদ্ধতির সাহায্যে শ্যাওলা থেকে জিলেটিন, স্পিরিট, প্লাষ্টিক, আয়োডিন প্রভৃতি পদার্থ পাওয়া যায়, যা বিভিন্ন ভাবে আমরা ব্যবহার করে থাকি।

বহু প্রাচীনকাল থেকেই পৃথিবীর কিছু কিছু দেশ এক শ্রেণীর শ্যাওলা থেকে দৈনন্দিন খাদ্যদ্রব্য তৈরি করে আসছে। এমন কি—জাপান, নিউজিল্যান্ড, হনলুলু, অস্ট্রেলিয়া প্রভৃতি দেশে সামুদ্রিক শ্যাওলা থেকে তৈরি জেলী, আইসক্রীম ইত্যাদি খুবই সমাদর লাভ করেছে।

শ্যাওলাকে বিশ্লেষণ করে দেখা গেছে যে, এর মধ্যে মানুষের প্রয়োজনীয় সব রকম প্রোটিনই আছে। কয়েক শ্রেণীর শ্যাওলাতে পরিমাণগতভাবে মাংস, ডিম ও ছত্থের তুলনায় প্রোটিনের পরিমাণ অনেক বেশী। দেখা গেছে যে, শ্যাওলার মধ্যে শতকরা ষাট ভাগেরও বেশী প্রোটিন থাকে। তাছাড়া এর মধ্যে লোহা, তামা, দস্তা, ম্যাঙ্গানিজ প্রভৃতি খনিজ দ্রব্য, ভিটামিন সি, ভিটামিন বি-১২ প্রভৃতি ভিটামিন যথেষ্ট পরিমাণে থাকে। অন্য কোন প্রাকৃতিক দ্রব্যে এত বেশী পরিমাণ ভিটামিন বি-১২ পাওয়া যায় না। শরীরের পুষ্টি ও বৃদ্ধির জন্তে যা কিছু প্রয়োজন, শ্যাওলার মধ্যে তাদের আধিক্য রয়েছে। শ্যাওলা থেকে চিকিৎসার জন্তে বিভিন্ন প্রকার অ্যান্টিবায়োটিক তৈরি হচ্ছে। শ্যাওলার এসব গুণাগুণ দেখে বিজ্ঞানীরা সাধারণ খাদ্যতালিকার মধ্যে শ্যাওলাকে অন্তর্ভুক্ত করবার চেষ্টা করেছেন। শুধু তাই নয়, এই সব বিরাট সম্ভাবনার দিকে নজর রেখে পৃথিবীর বিভিন্ন জায়গায় শ্যাওলার চাষও করা হচ্ছে। এমন কি, বিভিন্ন গ্রহ-উপ-গ্রহে পাড়ি দেবার সম্ভাবনাকে বাস্তবে রূপায়িত করবার প্রয়োজনে এবং মহাকাশ গবেষণার শ্যাওলা একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা নিতে চলেছে। বর্তমানে পৃথিবীব্যাপী খাদ্য-সমস্যার দিনে শ্যাওলাকে সাধারণ খাদ্যদ্রব্যের সমপর্যায়ভুক্ত করতে পারলে এই সমস্যার সমাধান হবে।

শ্রামশূন্যর দে*

বিবিধ

বিজ্ঞানে রবীন্দ্র পুরস্কার

পশ্চিমবঙ্গ সরকার কর্তৃক প্রদত্ত 1970-'71 সালের বিজ্ঞানে রবীন্দ্র পুরস্কার পেয়েছে ত্রিভুজেন্দ্র কুমার গুহ কর্তৃক রচিত এবং বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ কর্তৃক প্রকাশিত 'মহাকাশ পরিচয়' নামক পুস্তকখানি। 'মহাকাশ পরিচয়' গ্রন্থে জ্যোতির্বিজ্ঞানের বিভিন্ন বিষয়, মহাকাশ অভিযান, চন্দ্রপৃষ্ঠে বাহুর প্রথম পদার্পণ প্রভৃতি সংক্ষেপে আলোচনা করা হয়েছে।

রবীন্দ্র পুরস্কারের আর্থিক মূল্য পাঁচ হাজার টাকা।

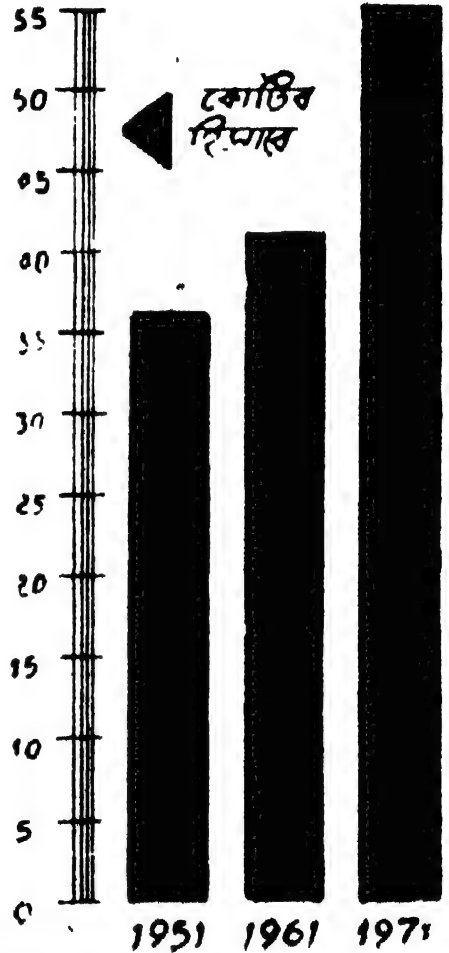
ভারতের লোকসংখ্যা প্রায় পঞ্চাশ কোটি

12ই এপ্রিল 1971 সালের লোকগণনার মোটামুটি যে হিসাব ঘোষণা করা হয়েছে, তাতে জানা যায় যে, নেকা, জম্মু ও কাশ্মীর বাদ দিয়ে ভারতের বর্তমান লোকসংখ্যা হচ্ছে 54 কোটি 69 লক্ষ 55 হাজার 945। মহিলা অপেক্ষা পুরুষের সংখ্যা দু-কোটির মত বেশী। 1971 সালে 1শ এপ্রিল তারিতে পুরুষের সংখ্যা হচ্ছে 28 কোটি 30 লক্ষ 55 হাজার 987 আর মহিলার সংখ্যা হচ্ছে 26 কোটি 38 লক্ষ 99 হাজার 959।

1961-71 সাল এই দশ বছরে জন্মের হার হচ্ছে 24'57 শতাংশ, পূর্ববর্তী দশ বছরে এই হার ছিল 21'51 শতাংশ। ভারতের রেজিষ্টার জেনারেল এবং সেল্যাস কমিশনার শ্রী এ. চন্দ্রশেখর 12ই এপ্রিল যে তথ্য প্রকাশ করেন, তাতে জানা যায় যে, সরকারীভাবে ভারতের লোকসংখ্যা যে 56 কোটি 10 লক্ষ ধরা হয়েছিল, প্রকৃত গণনার এই সংখ্যা তার চেয়ে 1 কোটি 40 লক্ষ কম। সেল্যাস কমিশনারের রিপোর্টে বলা হয়েছে

যে, সমগ্র দেশব্যাপী যে পরিবার পরিকল্পনা অভিযান চালানো হয়েছে, অলঙ্ঘ্য তার আশাতিরিক্ত ফল পাওয়া গেছে।

1961 সালের লোকগণনার হিসাবে দেখা যায় যে, সে সময়ে ভারতের লোকসংখ্যা ছিল



লোকগণনার হিসাব অনুযায়ী প্রতি দশ বছরে ভারতে জনসংখ্যা বৃদ্ধির হার চার্টে দেখানো হয়েছে।

41 কোটি 90 লক্ষ 72 হাজার 582। গত দশ বছরে লোকসংখ্যা 10 কোটি 78 লক্ষ 83 হাজার 363 বৃদ্ধি পেয়েছে। ভারতের লোকসংখ্যা সমগ্র

বিশ্বের লোকসংখ্যার সাত ভাগের এক ভাগ। বিশ্বের লোকসংখ্যা ৩৭১ কোটি বলে আনুমানিক হিসাবে জানা যায়। একমাত্র চীনের লোকসংখ্যা হচ্ছে ৭৫ কোটি। ভারতের পরেই হচ্ছে রাশিয়া। ১৯৭০ সালে রাশিয়ার লোকগণনা থেকে জানা যায় যে, রাশিয়ার লোকসংখ্যা হচ্ছে ২৪ কোটি ৩০ লক্ষ।

ভারতে লোকবসতি হচ্ছে প্রতি বর্গকিলো-মিটারে ১৮২। সাক্ষর ব্যক্তির হার হচ্ছে ২৯'৩৫ শতাংশ। এর মধ্যে সাক্ষর পুরুষের হার হচ্ছে ৩৯'৪৯ শতাংশ, সাক্ষর মহিলার হার হচ্ছে ১৮'৪৭ শতাংশ।

১৯৭১ সালের লোকগণনার হিসাবে দেখা যায় যে, লোকসংখ্যার দিক থেকে উত্তর প্রদেশ হচ্ছে প্রথম। উত্তর প্রদেশের লোকসংখ্যা হচ্ছে ৮ কোটি ৮২ লক্ষ ৯৯ হাজার ৪৫৩। এর পরেই বিহারের স্থান—বিহারের লোকসংখ্যা হচ্ছে ৫ কোটি ৬৩ লক্ষ ৮৭ হাজার ২৯৬। তৃতীয় স্থান মহারাষ্ট্রের—৫ কোটি ২ লক্ষ ৯৫ হাজার ১। চতুর্থ স্থান হচ্ছে পশ্চিম বঙ্গের—৪ কোটি ৪৪ লক্ষ ৪০ হাজার ৯৫। পঞ্চম স্থান অন্ধ্রের—৪ কোটি ৩৩ লক্ষ ৯৪ হাজার ৯৫১। ষষ্ঠ স্থান মধ্য প্রদেশের—৪ কোটি ১৪ লক্ষ ৪৯ হাজার ৭২৯। ১৯৬১ সালে পশ্চিম বঙ্গের স্থান ছিল পঞ্চম। এবারে পশ্চিম বঙ্গের স্থান চতুর্থ। উত্তর প্রদেশের লোকসংখ্যা মোট লোক-সংখ্যার ১৬'১৪ শতাংশ, পশ্চিম বঙ্গের লোকসংখ্যা মোট লোকসংখ্যার ৮'১২ শতাংশ।

কেজ-শাসিত অঞ্চলগুলির মধ্যে লোক-সংখ্যার দিক থেকে দিল্লী হচ্ছে প্রথম। দিল্লীর লোকসংখ্যা—৪০ লক্ষ ৪৪ হাজার ৩৩৮। লাক্ষা-ধীপ, মিনিকর ও আমিনদিবির লোকসংখ্যা হচ্ছে ৩১ হাজার ৭৯৮।

কেরল হচ্ছে সবচেয়ে ঘনবসতিপূর্ণ রাজ্য। এখানে প্রতি বর্গকিলোমিটারে লোকবসতি

হচ্ছে ৫৪৮। তার পরেই পশ্চিম বঙ্গের স্থান—প্রতি বর্গকিলোমিটারে ৫০৭।

১৯৬১-৭১ সালে জন্মের হার সবচেয়ে বেশী নাগাড়ুঘিতে, তার পরেই আসামের স্থান। এর পর স্থান হচ্ছে বঙ্গোপসাগরে হরিয়ানা, জম্মু ও কাশ্মীর, মধ্য প্রদেশ ও রাজস্থানের। নাগাড়ুঘিতে জন্মের হার হচ্ছে ৩৯'৬৪ শতাংশ, আসামে—৩৩'৫১, হরিয়ানার—৩১'৩৬, জম্মু ও কাশ্মীরে—২৯'৬০, মধ্য প্রদেশে—২৩'০৪, রাজস্থানে—২৭'৬৩ শতাংশ।

মহাকাশে বন্দর প্রতিষ্ঠার উদ্ভোগ

মহাকাশে একটি স্থায়ী বসতিগার প্রতিষ্ঠা এবং মহাকাশে বাতায়নের জন্তে একটি বন্দর স্থাপন-কল্পে সোভিয়েট ইউনিয়ন ১৬ই এপ্রিল কয়েকটি ধারাবাহিক পরীক্ষা-নিরীক্ষা সূত্র করেছে এবং প্রথম উদ্ভোগে পৃথিবীর কক্ষপথে একটি বসতিগার পাঠিয়েছে। এর নাম দেওয়া হয়েছে স্পালুট।

সংবাদ প্রতিষ্ঠান টাস জানিয়েছেন, কৃত্রিম উপগ্রহটির নির্মাণ-পদ্ধতি এবং বসতিগার কার্য-কারিতা পরীক্ষা করে দেখা এবং সঙ্গে সঙ্গে বৈজ্ঞানিক গবেষণা চালানোই এই নতুন পরীক্ষার উদ্দেশ্য।

ইংল্যান্ডের খ্যাতনামা জ্যোতির্বিজ্ঞানী সার বারনার্ড লোভেল বলেছেন, মহাকাশে পৃথিবীর কক্ষপথে সোভিয়েট ইউনিয়ন আজ যে বসতিগারটি স্থাপন করলো, সেটা হয়তো মহাকাশে আর এক বিশ্বয় সৃষ্টির হুচল।

মাইকুড়িতে বিজ্ঞান প্রদর্শনী ও আলোচনা সভা

মেদিনীপুর জেলার তমলুকের কাছে মাইকুড়ি ঠাকুরদাস ইনস্টিটিউশন ও স্থানীয় বিজ্ঞানসাহী ব্যক্তিদের উদ্ভোগে এবং বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ ও বিড়লা মিউজিয়ামের সহযোগিতায় বিজ্ঞান-

প্রাক্বে গত 17, 18 ও 19শে এপ্রিল তিন দিন-ব্যাপী বিজ্ঞান প্রদর্শনী ও আলোচনা সভা বিশেষ সাকল্যের সঙ্গে অঙ্কীত হয়। অঙ্কীতনের উদ্বোধন করেন বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের সহ-সভাপতি এবং কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের প্রাণিবিজ্ঞান প্রাক্তন প্রধান অধ্যাপক ডক্টর জানেন্দ্রলাল ভাট্টা এবং পৌরো-হিত্য করেন মেদিনীপুর কলেজের রসায়ন বিভাগের প্রধান অধ্যাপক শ্রীবিনয়েন্দ্রনাথ সেন। অঙ্কীতনের সাকল্য কাযনা করে বিজ্ঞান পরিষদের সভাপতি জাতীয় অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ বসু এবং প্রবীণ বিজ্ঞানী অধ্যাপক প্রিয়দারঞ্জন রায় তত্তেচ্ছা বাণী প্রেরণ করেন।

প্রথম দিনের আলোচনা সভায় বিজ্ঞান পরিষদের কর্মসূচি ডক্টর জয়ন্ত বসু উপস্থিত ছিলেন। এই দিন বিজ্ঞান পরিষদের কার্যকরী সমিতির সদস্য শ্রীশঙ্কর চক্রবর্তী স্লাইড সহযোগে মহাকাশ-বিজয় সম্পর্কে একটি মনোজ্ঞ আলোচনা করেন। বিড়লা ইণ্ডাস্ট্রিয়াল অ্যান্ড টেকনোলজিক্যাল মিউজিয়াম বিজ্ঞান বিষয়ক চলচ্চিত্র প্রদর্শন করেন এবং সবশেষে '42' চলচ্চিত্রটি প্রদর্শিত হয়। দ্বিতীয় দিনের আলোচনা-সভায় সাপ্তাহিক 'দেশ' পত্রিকার বিশ্ববিজ্ঞান বিভাগের পরিচালক শ্রীমধরজিৎ কর আধুনিক জ্যোতির্বিজ্ঞান সম্পর্কে এবং বিজ্ঞান পরিষদের সহযোগী-কর্মসূচি শ্রীরবীন্দ্র বন্দ্যোপাধ্যায় রসায়ন বিজ্ঞানের আধুনিক অগ্রগতি সম্পর্কে আলোচনা করেন। এই সভায় ডক্টর ভাট্টা 'কি তাবে বিজ্ঞানী হওয়া যায়' প্রসঙ্গে একটি মনোজ্ঞ আলোচনা করেন। এই দিন বিজ্ঞানসম্মেলনের বার্ষিক পুরস্কার বিতরণ অঙ্কীতও হয়। শ্রীশঙ্কর চক্রবর্তী স্লাইড সহযোগে মাস্তকের উৎপত্তি

ও ক্রমবিকাশ সম্পর্কে আলোচনা করেন। অঙ্কীতনের শেষে বিজ্ঞান বিষয়ক ও 'বীরেন্দ্র বিবেকানন্দ' চলচ্চিত্র প্রদর্শিত হয়।

বিজ্ঞান প্রদর্শনীতে বিড়লা মিউজিয়ামের লোকরঞ্জক বিজ্ঞান বিষয়ক কার্যকর মডেল, বিজ্ঞান পরিষদের সহযোগী-কর্মসূচি শ্রীভানুসুন্দর দেবের পরিচালনার বিজ্ঞান পরিষদের 'হাতে-কলমে বিভাগ'-এর মডেল এবং বিজ্ঞানসম্মেলন হাউসের তৈরি পদার্থ-বিজ্ঞান, রসায়ন, প্রাণিবিজ্ঞান উদ্ভিদবিজ্ঞানবিষয়ক মডেল ও পরীক্ষা, কৃষিকার্য ও সারসম্পর্কিত তথ্যচিত্র ও নিদর্শন এবং ডি ভি সি-র একটি মডেল প্রদর্শিত হয়। বিড়লা মিউজিয়াম ও কলিকাতার মার্কিন তথ্য সংস্থার সৌজন্তে চম্পাভিধানের চিত্র ও চার্ট প্রদর্শিত হয়। এই সঙ্গে বিজ্ঞান পরিষদ কর্তৃক প্রকাশিত ও অঙ্কীত প্রকাশকদের বিজ্ঞান পুস্তকের একটি প্রদর্শনীও হয়। প্রদর্শনী দেখার জন্তে নাইকুড়ি ও আশেপাশের গ্রামের ছাত্রছাত্রী ও সাধারণ লোকের মধ্যে গভীর আগ্রহের সঞ্চার হয়। তার কলে আরও একদিন প্রদর্শনী বর্ধিত করতে হয়। তিন দিনব্যাপী এই বিজ্ঞান প্রদর্শনী ও আলোচনা সভায় আরোজনে বিজ্ঞানসম্মেলন শিকক শ্রীপরেণচন্দ্র মালাকার, তমলুক 1নং রকের বি ডি ও শ্রীমতীশচন্দ্র বসু, সর্বশ্রী বলাই লাল মাসা, কানাইলাল মাসা, বীরেন্দ্রনাথ বেরা ও নিরঞ্জন সাহ প্রমুখ স্থানীয় ব্যক্তির বিশেষভাবে সাহায্য ও সহযোগিতা করেন।

সানিয়ার মহাকাশযান সৌভাগ্য-10

23শে এপ্রিল মন্ডা বেংকে রয়টার ও এ পি

জানিয়েছেন, তিনজন মহাকাশচারী—অধিনায়ক করনেল শাতালোভ, ক্লাইট ইঞ্জিনার ইরে-লিসিয়েভ এবং টেট ইঞ্জিনার ককাতিনিকোভ—ভারতীয় সময় সকাল ৫-১৫ বিঃএ সোয়ুজ-১০ মহাকাশযানে চড়ে পৃথিবীর কক্ষপথে উঠে গিয়েছেন।

সোয়ুজ-১০ সম্পর্কে বলা হয়েছে, এর প্রত্যেকটি যন্ত্রপাতি স্বাভাবিকভাবে কাজ করে যাচ্ছে—মহাকাশচারীদের কুঠুরিতে পৃথিবীর অবস্থা সৃষ্টি করে দেওয়া হয়েছে এবং সেখানে তাঁরা স্বাভাবিক জীবনযাপন করে চলেছেন।

‘টাস’ আরও জানিয়েছেন—সোয়ুজ-১০ মহাকাশযান স্যালাউট-এর সঙ্গে যুক্তভাবে কয়েকটি পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালাবে।

২৪শে এপ্রিল সোয়ুজ-১০ আরোহীবিহীন মহাকাশযান স্যালাউট-এর সঙ্গে মিলিত হয়। দুটি যানকে পরস্পরের সঙ্গে বেঁধে রাখা সম্ভব কিনা এবং উভয়ের মধ্যে যোগাযোগ ব্যবস্থাটি নির্ভরযোগ্য কিনা, তাও পরীক্ষা করে দেখা হয়েছে।

২৫শে এপ্রিল সোয়ুজ-১০ নিরাপদে সোভিয়েট মধ্য এশিয়ার নেবে আসে এবং তিনজন মহাকাশচারী তালই ছিলেন।

সবুজ বিপ্লব সমগ্র ভারতে প্রসারিত হতে পারে

বর্তমানে ভারতের পাক্ষাণ্ড ও হরিয়ানায় যে সবুজ বিপ্লব দেখা দিয়েছে, তা ভবিষ্যতে সংশ্লিষ্ট সকলের সমবেত প্রচেষ্টায় সমগ্র ভারতের কৃষি-জীবনের সাধারণ বৈশিষ্ট্যে পরিণত হতে পারে। কেন না, একরূপ অভূতপূর্ব ক্ষতি ঐ বিপ্লবের আছে।

গত ২৯শে ও ৩০শে মার্চ আমেরিকান ইউনিভার্সিটি সেক্টরের উদ্যোগে কলিকাতায় দু-দিনের এক আলোচনা বৈঠক অনুষ্ঠিত হয়। আলোচ্য বিষয় ছিল: সবুজ বিপ্লব ও তার সঙ্গে পশ্চিম বঙ্গের সম্পর্ক।

পশ্চিম বঙ্গ সরকারের কৃষি অধিকর্তা ডক্টর কে. সেনগুপ্ত একরূপ আশা প্রকাশ করেছেন যে, সম্প্রতি কয়েক বছরের মধ্যে চাষ-আবাদের ক্ষেত্রে পশ্চিম বঙ্গে যে ক্রান্তি দেখা গেছে, তা এই রাজ্যের কৃষি ও কৃষিভিত্তিক শ্রমশিল্পে দ্রুত পরিবর্তন আনতে সাহায্য করবে।

যুক্তরাষ্ট্রের আন্তর্জাতিক সাহায্য সংস্থার (ইউ. এস. এ. আই. ডি.) কৃষি অর্থনীতি বিষয়ক উপদেষ্টা ডক্টর মার্টিন বিনিংস্ সবুজ বিপ্লবের তাৎপর্য ব্যাখ্যা করতে গিয়ে বলেন যে, ভারতের এই নতুন ঘটনাটি প্রকৃত প্রস্তাবে সার ব্যবহার ও পর্যাপ্ত কলনশীল নতুন ধরণের বীজ ব্যবহারের ক্ষেত্রে বিপ্লব।

আন্তর্জাতিক সাহায্য সংস্থার পরিসংখ্যান বিষয়ক পরামর্শদাতা ডক্টর পল জোনাস অভ্যন্তরীণ দ্বিধা নিয়ে প্রস্তাব করেন যে, সবুজ বিপ্লবের অকলঙ্কলিতে কৃষকদের হাতে যে অব্যবহৃত অতিরিক্ত সম্পদ আছে, তা অস্ত্রান্ত এলাকায় সবুজ বিপ্লব আনবার জন্তে বিনিয়োগ করতে হবে।

বহু বিজ্ঞান মন্দিরের ডক্টর পি. এন. নন্দী এবং আন্তর্জাতিক কলেজের অধ্যাপক পরিমল কর পশ্চিম বঙ্গে এক নতুন জাগরণের আভাস দেখা যাচ্ছে বলে জানান। তাঁরা আশা করেন যে,

সব্জ বিপ্লব বধাসভব সম্বন্ধে পশ্চিম বঙ্গের জীবনে পরিচালিত হবে।

কৃষিশিল্পে ভারতবর্ষের সাফল্যের সঙ্গে কেন আমেরিকার মূল নীতির সাফল্য জড়িত আছে, তা ব্যাখ্যা করতে গিয়ে যুক্তরাষ্ট্রের পররাষ্ট্র দপ্তরের ভারত বিষয়ক সিনিয়র ইকনমিস্ট অফিসার মি: টাইগার বলেন যে, 1953 সাল থেকে আমেরিকা ভারতবর্ষকে যে সাহায্য দিয়েছে, তার একটা বড় অংশই কৃষিভিত্তিক শিল্প এবং অত্যাবশ্যক ইনফ্রা স্ট্রাকচার বা পশ্চাৎ কাঠামো গড়ে তোলবার জন্তে বিনিয়োগ করা হয়েছে।

পশ্চিম বঙ্গের কৃষি বিভাগের অতিরিক্ত ডিরেক্টর

ডাঃ এ. টি. সাত্তাল সব্জ বিপ্লবের জন্তে প্রয়োজনীয় সরঞ্জামের কথা আলোচনা প্রসঙ্গে পশ্চিম বঙ্গের চাষীগণ কর্তৃক সার, চাল ও গবের উচ্চ কলনশীল বীজের জমবর্ধমান ব্যবহারের কথা উল্লেখ করেন। তিনি বলেন, এখন আমাদের প্রয়োজন নতুন উচ্চ কলনশীল জাতের সার, চাল, বা পশ্চিম বঙ্গের জলবায়ুর উপযোগী হবে।

একর প্রতি উৎপাদনে এবং নতুন পদ্ধতি ও সরঞ্জাম ব্যবহারের দ্বারা পশ্চিম বঙ্গের চাষীরা যে অগ্রগতি লাভ করেছে, পশ্চিম বঙ্গের কৃষি বিভাগের যুগ্ম ডিরেক্টর ডক্টর এস. নাগবিদ্যাস তাতে সন্তোষ প্রকাশ করেন।

বিজ্ঞপ্তি

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ কর্তৃক প্রকাশিত বাবতীর পুস্তক এখন হইতে কেবল যেসার্স ওরিয়েন্ট লন্ডন অ্যান্ড কোং হইতে (17, চিত্তরঞ্জন অ্যাভিনিউ, কলিকাতা-13) বিক্রয় করা হইবে। সমস্তগণ বাদে বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ কার্যালয় হইতে এখন আর কাহারো নিকট কোন পুস্তক বিক্রয় করা হইবে না।

সম্পাদক—প্রোগ্রামার ডক্টর

ঐতিহাসিক ডক্টর পি-23, দাখা রাস্তা, কলিকাতা-6 হইতে প্রকাশিত এবং প্রকাশ
37/7 বেনিয়ার্স লেন, কলিকাতা হইতে প্রকাশক কর্তৃক মুদ্রিত।

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

চতুর্বিংশ বর্ষ

জুন, ১৯৭১

ষষ্ঠ সংখ্যা

জৈব রসায়নে অতিবেগুনী আলোক বর্ণালীর ব্যবহার

কালীশঙ্কর মুখোপাধ্যায়*

আধুনিক যুগে যে সমস্ত যান্ত্রিক প্রয়োগ-কৌশলগুলি জৈব রসায়ন বিজ্ঞানীমহলে বিশেষ জনপ্রিয়তা অর্জন করেছে, অতিবেগুনী আলোক বর্ণালীবীক্ষণ পদ্ধতি (Ultraviolet spectroscopy) সেগুলির অন্যতম। এই প্রয়োগ-কৌশলের মূলে রয়েছে কিছু কিছু রাসায়নিক বোঁগ—বিশেষ করে জৈব বোঁগের আলোকশক্তির শোষণ। পরীক্ষা-নিরীক্ষার পর দেখা গেছে, কোন জৈব বোঁগের উপর অতিবেগুনী এলাকার আলোক-শক্তি^১ চালনা করলে তা অবলোহিত (Infra-

red) এলাকার আলোক শক্তির মত বোঁগের অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন ঘটাতে পারে। কিন্তু যেহেতু অতিবেগুনী এলাকার আলোকশক্তির পরিমাণ অবলোহিত এলাকার শক্তির চেয়ে অনেক বেশী, তাই এই আলোকশক্তি শোষণের কলে পরীক্ষাধীন বোঁগের ধূর্ণন, স্পন্দন এবং ইলেকট্রনিক—এই তিন ধরনের অন্তঃস্থ শক্তিরই পরিবর্তন ঘটে। আমরা জানি, কোন অণুর ইলেকট্রনিক শক্তি তার ইলেকট্রনিক বিভাস ব্যবহার সঙ্গে প্রত্যক্ষভাবে জড়িত। সুতরাং ইলেকট্রনিক শক্তির পরিবর্তন হবার সঙ্গে সঙ্গে ঐ অণুর ইলেকট্রন-বিভাস ব্যবস্থা পাটে যাবে। এখন প্রশ্ন হচ্ছে, কি কি ধরনের ইলেকট্রন-বিভাস ব্যবস্থা পরিবর্তিত হবে? বিশ্লেষণ করে দেখা গেছে, জৈব বোঁগের ক্ষেত্রে (ক) সিগমা (σ) অর্থাৎ যে সকল ইলেকট্রন সম্পৃক্ত বণ্ড তৈরি

১. বিদ্যুৎ-চুম্বক বর্ণালী হচ্ছে তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য-ভিত্তিক সমগ্র রেডিয়েশনের ক্রমবিভাস। এই বর্ণালীর ১৮০-৪০০ মিলিমাইক্রন এলাকাটা অতিবেগুনী এবং ২-১৫ মাইক্রন এলাকাটা অবলোহিত বলে চিহ্নিত করা হয়। তাদের শক্তির পরিমাণ হচ্ছে, যথাক্রমে ১০-২৫০ K Cal/mole এবং ১-১০ K Cal/mole। এখানে উল্লেখযোগ্য যে, অবলোহিত এলাকার আলোক-শক্তি শুধুমাত্র ধূর্ণন ও স্পন্দন ব্যবস্থার পরিবর্তন ঘটাতে সক্ষম।

* রসায়ন বিভাগ, সরকারী কলেজ, কৃষ্ণনগর, নদীয়া।

করে, (খ) পাই (n) বা বারী অসম্পৃক্ত বণ্ডের উৎপত্তি ঘটায় এবং (গ) অ-বন্ধন (Non-bonding lone pair), অর্থাৎ বারী কোন স্বাভাবিক রাসায়নিক বণ্ডের সঙ্গে যুক্ত থাকে না। ইত্যাদি ইলেকট্রনগুলি অতিবেগুনী এলাকার আলোক শক্তি শোষণ করে তাদের স্বাভাবিক স্তর থেকে উচ্চতর ইলেকট্রন-বিভাগ্য স্তরে উন্নীত হয়। আণবিক কক্ষ-তত্ত্বে এই উচ্চতর স্তরকে প্রতি-বন্ধন কক্ষ বলা হয় এবং সিগ্‌মা ও পাই স্তরের প্রতি-বন্ধন কক্ষগুলিকে তারকা চিহ্ন দিয়ে প্রকাশ করা হয়; যেমন সিগ্‌মা* (σ^*) এবং পাই* (π^*)। কিন্তু অ-বন্ধন (n) স্তরের ইলেকট্রনগুলি প্রত্যক্ষভাবে রাসায়নিক বণ্ডের সঙ্গে জড়িত না থাকায় সেগুলির কোন নিজস্ব প্রতি-বন্ধন কক্ষ দেখা যায় না। তবে তারা সিগ্‌মা এবং পাই স্তরের প্রতি-বন্ধন কক্ষে (σ^* ও π^*) স্থানান্তরিত হতে পারে। এই তিন প্রকার ইলেকট্রনের জন্তে চার প্রকার অবস্থান্তর-স্তর (Transition state) লক্ষ্য করা যাবে, যথা—(এক) $\sigma \rightarrow \sigma^*$, (দুই) $\pi \rightarrow \pi^*$, (তিন) $n \rightarrow \sigma^*$ এবং (চার) $n \rightarrow \pi^*$ ।

উপরিউক্ত অবস্থান্তরগুলির মধ্যে $\sigma \rightarrow \sigma^*$ স্থানান্তরের জন্তে বৃহৎ পরিমাণ শক্তি দরকার এবং সেই পরিমাণ শক্তি অতিবেগুনী এলাকার আলোক-তরঙ্গ থেকে সরবরাহ করা সম্ভব নয়। তাই দেখা যায়, যে সকল দৈব যৌগের যৌজন-স্তরের (Valence-shell) সমস্ত ইলেকট্রনগুলি সিগ্‌মা বণ্ড বা সিঙ্গেল বণ্ড তৈরির জন্তে ব্যবহৃত হয়েছে, সেগুলি সাধারণ অতিবেগুনী এলাকার শক্তি শোষণ করে না, যেমন দেখা যায় হাইড্রো-কার্বন জাতীয় যৌগের ক্ষেত্রে। অবশ্য সাইক্লো-প্রোপেন প্রকার প্রকারের যৌগগুলি একমাত্র ব্যতিক্রম। এই ব্যতিক্রমের কারণ সাইক্লোপ্রোপেন রিং-এর কিছু কিছু বর্ধ অসম্পৃক্ত বা পাই-বণ্ডের অস্থিতি। কিন্তু $n \rightarrow \sigma^*$, $n \rightarrow \pi^*$ এবং $\pi \rightarrow \pi^*$ স্থানান্তরের

জন্তে যে পরিমাণ শক্তি প্রয়োজন, তা সাধারণ অতিবেগুনী এলাকার আলোক-তরঙ্গ থেকে সরবরাহ করা সম্ভব বলে এই সকল অবস্থান্তরের জন্তে প্রধানতঃ আলোচ্য শক্তির শোষণ ঘটে। এখানে একটা কথা বলে রাখা ভাল যে, $n \rightarrow \pi^*$ স্থানান্তর সব থেকে কম শক্তির (দীর্ঘ তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের), $n \rightarrow \sigma^*$ অবস্থান্তর বেশী শক্তির (কম তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের) এবং $\pi \rightarrow \pi^*$ পরিবর্তন $n \rightarrow \sigma^*$ ও $n \rightarrow \pi^*$ এর মাঝামাঝি শক্তির আলোক-তরঙ্গ শোষণ করে।

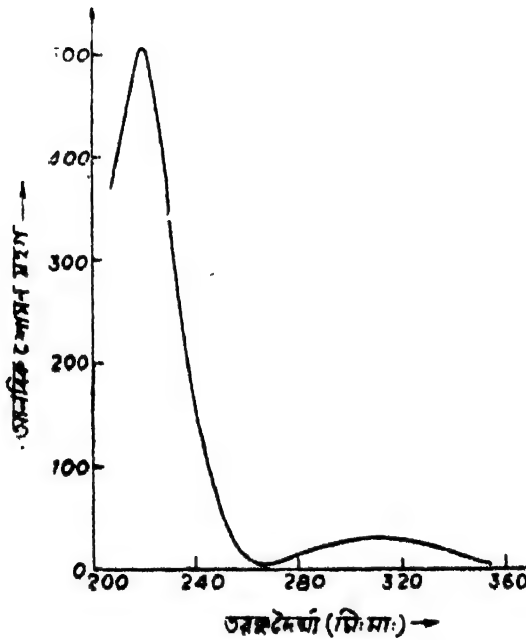
উপরের আলোচনা থেকে একটা স্পষ্ট যে, অতিবেগুনী এলাকার যে পরিমাণ আলোক শক্তি শোষিত হবে, তা যদি ঠিকমত পরিমাপ করা যায়, তা হলে পরীক্ষাধীন যৌগটির বর্ণিত ইলেকট্রনগুলি সিগ্‌মা, পাই এবং অ-বন্ধন প্রকারের কিনা অর্থাৎ ঐ যৌগটির ক্রমোফোরিকগুণ? কি রকম, সে সম্পর্কে একটা সুস্পষ্ট ইঙ্গিত পাওয়া যেতে পারে। সুতরাং অতিবেগুনী এলাকার যে তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য সর্বোচ্চ পরিমাণ শক্তি শোষিত হবে, সেই তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য (যেটাকে $\lambda_{\text{সর্বোচ্চ}}$ বা λ_{maximum} বলে অভিহিত করা হয়; λ হচ্ছে তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের সংকেত) এবং শোষণের তীব্রতা খুব নিখুঁতভাবে নির্ধারণ করা একান্ত প্রয়োজন। এই উদ্দেশ্যে বিবেচনাধীন যৌগটিকে এমন একটা দ্রাবকে গুলে নিতে হবে, যা সাধারণতঃ অতিবেগুনী এলাকার তেমন উল্লেখযোগ্য শক্তি শোষণ করে না। বহুল ব্যবহৃত দ্রাবক হচ্ছে 95 শতাংশ কোহল^১। এখন দ্রবণকে

2. ক্রমোফোরিক গুণ (Chromophoric group)—সেই সকল বিচ্ছিন্ন কার্বকরীগুণ, যারা অতিবেগুনী এলাকার আলোক শক্তি শোষণ করতে পারে। আর যে সমস্ত কার্বকরীগুণ এই এলাকার আলোক শক্তি শোষণ করতে পারে না, তাদের অক্সোক্রোম (Auxochrome) বলে।

3. 95 শতাংশ কোহল ছাড়া অন্য দ্রাবকও

কোর্টজ নির্মিত এক ঘনস্ফটিকিটার আরতনের ছোট্ট একটা পরীক্ষাপাত্রে নেওয়া হয় এবং পাত্রটিকে বর্ণালীবীক্ষণ যন্ত্রস্থিত আলোকের উৎস-স্থলের কাছাকাছি কোন এক নির্দিষ্ট তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যে বসানো হয়। এই পদ্ধতিতে প্রয়োজনীয় আলোকের উৎস হিসাবে হাইড্রোজেন নির্গমন দীপ ব্যবহৃত হয় এবং ঐ দীপ থেকে পরীক্ষাপাত্রের

আলোর উৎসস্থলের মধ্যবর্তী দূরত্বে আন্তে আন্তে পরিবর্তন করে পৃথক পৃথক তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যে শোষিত আলোক শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করা হয় এবং সেগুলিকে একটা লেখচিত্রের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। এই লেখচিত্রটিই (১নং চিত্র) হচ্ছে পরীক্ষাধীন বোঁগটির ইন্সটি অতিবেগুনী আলোক বর্ণালী। যে সকল বর্ণালীবীক্ষণ যন্ত্রে স্বয়ংক্রিয়



১নং চিত্র

উপর আলোক-তরঙ্গ চালনা করে যে পরিমাণ আলোক শক্তি শোষিত হবে, তা ব্রহ্মস্থিত রেকর্ডারে লিপিবদ্ধ করা হয়। অল্পকণ্ঠাবে পরীক্ষাপাত্র ও

ব্যবহার করা যেতে পারে, তবে সেক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় সংশোধন করা দরকার। দেখা গেছে অল্প ত্রাবক ব্যবহারপ্রাপ্ত λ সর্বোচ্চ-এর মান নিম্নরূপ সংশোধন করলে কোহলের অল্পরূপ λ সর্বোচ্চ-এর মান পাওয়া যাবে, ইথার, +7 মি: মা:, ক্লোরোফর্ম, +1 মি: মা:, হেক্সেন, +11 মি: মা:, মেকানল, +0 মি: মা:, ডায়োক্সেন, +5 মি: মা: এবং জল, -8 মি: মি:

রেকর্ডার থাকে, সে ক্ষেত্রে এই লেখচিত্রের এক অক্ষ তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য আর অল্প অক্ষ শোষিত আলোক শক্তির পরিমাণ বা আলোকীয় ঘনত্ব নির্দেশ করে। কিন্তু অধিকাংশ ক্ষেত্রে এক অক্ষ তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য আর অল্প অক্ষ আণবিক শোষণ সহসা স্মৃতিত্ব করে। আণবিক শোষণ সহগ হচ্ছে শোষণের তীব্রতার পরিমাপক এবং আলোক ঘনত্বের সঙ্গে প্রত্যক্ষভাবে সম্পর্কযুক্ত। দেখা গেছে, আলোকীয় ঘনত্ব A হলে আণবিক

শোষণ সহগ ϵ (এপসাইলন) হবে $\frac{A}{C \cdot l}$; এখানে C নির্দেশ করছে আণবিক ঘনত্ব এবং l হচ্ছে আলোক-অতিক্রমণ পথ। এক ঘন সেন্টিমিটার আরতনের পরীক্ষাপাত্র ব্যবহার করলে l -এর মান হবে এক এবং সে ক্ষেত্রে কোন নির্দিষ্ট তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যে আলোকীয় ঘনত্বকে অবশ্যের আণবিক ঘনত্ব দিয়ে ভাগ করলে আণবিক শোষণ সহগ (ϵ) পাওয়া যাবে। সুতরাং ঐ লেখচিত্র থেকে খুব সহজেই শোষণের তীব্রতা নির্ণয় করা সম্ভব। এই লেখচিত্রে পৃথক পৃথক তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যে নির্ণীত সর্বোচ্চ পরিমাণ শোষিত আলোক শক্তিগুলি শৃঙ্খল আকারে অবস্থান করে এবং সেগুলির অবস্থানগুলিকে প্রকাশ করা হয় λ সর্বোচ্চ লঙ্ঘনের সাহায্যে; যেমন λ সর্বোচ্চ 280 মি: মা., λ সর্বোচ্চ 280 মি: মা. ইত্যাদি।

প্রসঙ্গক্রমে এখানে উল্লেখ করা যেতে পারে যে, 200 মি: মা.-এর উদ্ভাসীমার শোষিত আলোক শৃঙ্খলই প্রধানতঃ জৈব যৌগগুলির বৈশিষ্ট্যমূলক ক্রমোফোরের ইঙ্গিত বহন করে। তাই জৈব যৌগের ক্ষেত্রে 200 মিলিমাইক্রনের উদ্ভাসীমার শৃঙ্খলির অবস্থানের উপর গুরুত্ব দেওয়া হয় বেশী। সুতরাং 200 মিলিমাইক্রন উদ্ভাসীমার অতিবেগুনী এলাকার আলোক রশ্মি কোন জৈব যৌগের উপর পূর্বোক্ত পদ্ধতি অনুযায়ী চালনা করে যে বর্ণালী পাওয়া যাবে, তার প্রকৃতি, সর্বোচ্চ পরিমাণ শোষিত আলোক শক্তি-শৃঙ্খল

তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য (λ সর্বোচ্চ) এবং সেই শৃঙ্খলের তীব্রতা (ϵ) যথাযথ অনুধাবন করতে পারলে পরীক্ষা-যৌগটির ক্রমোফোর ব্যবস্থা ও তার আণবিক কাঠামো সম্পর্কে স্পষ্ট ইঙ্গিত পাওয়া সম্ভব। প্রকৃতপক্ষে জৈব যৌগের ক্ষেত্রে এই বিশেষ যান্ত্রিক পদ্ধতির প্রয়োগের তিথিই হচ্ছে এই মূল সূত্রটি। কয়েকটি উদাহরণ উদ্ধৃত করলে এই বক্তব্যের যথার্থ্য খুব সহজেই উপলব্ধি করা যাবে।

সরল ক্রমোফোরগুলির মধ্যে অন্যতম হচ্ছে কার্বনীয় পুঞ্জ ($<C=O$)। এই পুঞ্জে একটা পাই (π) বণ্ড এবং অক্সিজেন পরমাণুর অ-বন্ধন ইলেকট্রন-যুগল থাকায় $\pi \rightarrow \pi^{**}$ ও $n \rightarrow \pi^{*}$ এই দুটি অবস্থান্তর স্তর লক্ষ্য করা যায়। এদের মধ্যে $n \rightarrow \pi^{*}$ অবস্থান্তরের জন্তে যে পরিমাণ আলোক শক্তি শোষিত হয় তার ক্ষেত্রে 275—290 মিলিমাইক্রন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যে কম তীব্রতার একটা শৃঙ্খলের অবস্থান লক্ষ্য করা যায় এবং তা খুব সহজেই সনাক্ত করা সম্ভব। প্রসঙ্গতঃ উল্লেখ করা যেতে পারে যে, কার্বনীয় পুঞ্জের ঐ বিশেষ শৃঙ্খলির অবস্থান ও তার তীব্রতা যৌগের কাঠামোর উপর নির্ভর করে। যেমন কার্বনীয় পুঞ্জের কার্বনে হ্যালো-জেন (অ্যাসিড হ্যালাইড, $-C-X$), অ্যামিনো

(অ্যামাইড, $-C-NH_2$) বা অ্যালকরি

(এটার, $-C-OR$) ইত্যাদি পুঞ্জ যুক্ত থাকলে

ঐ শৃঙ্খলি কম তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের দিকে স্থানান্তরিত হয় (1 নং তালিকা)।

4. অতি বেগুনী আলোক বর্ণালীর শৃঙ্খলি অবলোহিত আলোক বর্ণালীর শৃঙ্খলির মত যেমন তীব্র না হয়ে প্রশস্ত হয়, এর কারণ এই শৃঙ্খলি স্পন্দন, ঘূর্ণন ও ইলেকট্রনিক—এই তিন ধরনের অবস্থান্তরজনিত শৃঙ্খলির সমন্বয়।

1 নং তালিকা

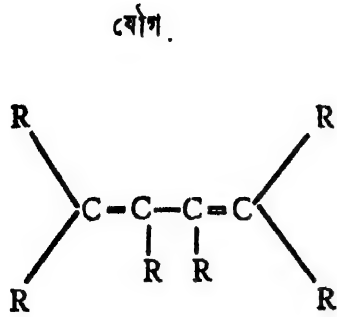
ক্রমোকার	বোঁগ	সর্বোচ্চ পরিমাণ শোষিত আলোক শক্তির তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য (λ সর্বোচ্চ) মিঃ মাঃ	শোষণ সহগ (e)	জীবক
$\begin{array}{c} >C=O \\ \\ -C-OH \\ \\ O \end{array}$	অ্যাসিটোন	279	15	হেক্সেন
$\begin{array}{c} >C=O \\ \\ -C-OH \\ \\ O \end{array}$	অ্যাসিটিক অ্যাসিড	208	32	কোহল
$\begin{array}{c} -C-Cl \\ \\ O \end{array}$	অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড	220	100	হেক্সেন
$\begin{array}{c} -C-NH_2 \\ \\ O \end{array}$	অ্যাসিটামাইড	220	63	জল
$\begin{array}{c} -C-OR \\ \\ O \end{array}$	ইথাইল অ্যাসিটেট	211	57	কোহল

নাইট্রোজেন এবং পরিমাণ যখন কোন বোঁগে অসম্পূর্ণ বন্ধের সাহায্যে যুক্ত থাকে ($>C=N-$, $-N=O$), তখন তাদের অতিবেগুণী আলোক বর্ণালীর প্রকৃতি অনেকাংশে কার্বনীয় পুঞ্জের মত হয়। সে জন্তে অনেক সময় কার্বনীয় বোঁগের পরীক্ষা না করে সেটির কোন গোঁণ বোঁগের বর্ণালী বিশ্লেষণ করা হয়। ডাই-নাইট্রো কিনাইল-হাইড্রোজেন হচ্ছে সেই রকম একটা বহু পরীক্ষিত গোঁণ বোঁগ। কোহল জীবকে পরীক্ষা চালালে অ্যালডিহাইড এবং কিটোন-এর ঐ বিশেষ গোঁণ বোঁগটির λ সর্বোচ্চ-এর মান যথাক্রমে 358 ± 2 এবং 364 ± 2 মিলি মাইক্রন পাওয়া যায়।

এখানে বিশেষভাবে উল্লেখ করা যেতে পারে যে, ছই বা ততোধিক ক্রমোকার কোন বোঁগে

বিচ্ছিন্ন অবস্থায় যুক্ত থাকলে বর্ণালীর উপর তাদের প্রভাব হবে সরল বোঁগকরণ; কিন্তু ঐ ক্রমোকার-গুলির পারস্পরিক সংযোজন ঘটলে উল্লেখযোগ্য প্রতিক্রিয়া লক্ষ্য করা যায়। উদাহরণস্বরূপ কনজুগেটেড ডায়-ইন এবং কনজুগেটেড কার্বনীয় শ্রেণীর বোঁগের উল্লেখ করা যেতে পারে। আবার ঐ উভয় শ্রেণীর বোঁগের ক্ষেত্রে বর্ণালীর প্রকৃতি এবং λ সর্বোচ্চ-এর মান বিভিন্ন পরিবর্ত-পুঞ্জের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। উভয় শ্রেণীর নানান বোঁগের বর্ণালী বিশ্লেষণ করে λ সর্বোচ্চ-এর মান এবং পরিবর্তপুঞ্জের মধ্যে একটা আপাতঃ সম্পর্ক স্থাপন করা সম্ভব হয়েছে (2নং এবং 3নং তালিকা)। ঐ আপাতঃ সম্পর্কগুলি ফ্রাইয়ের (Fries empirical rule) নামে পরিচিত।

2নং তালিকা



R-এর মান

λ সর্বোচ্চ-এর মান

(মি: মা:)

(ক) হাইড্রোজেন

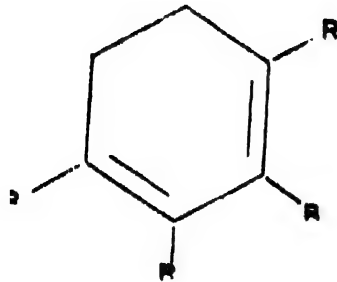
217

(খ) কোন অ্যালকিলপুঞ্জ

217 + প্রত্যেকটি অ্যালকিল
পুঞ্জের জন্মে 5

(গ) ব্রোমিন বা ক্লোরিন

মি: মা: 217+17



(ক) হাইড্রোজেন

253

(খ) কোন অ্যালকিলপুঞ্জ

253 + প্রত্যেকটি অ্যালকিল-
পুঞ্জের জন্মে 5 মি: মা:

(গ) কোন অ্যালকিলপুঞ্জ

253+0

(ঘ) এক্সোসাইক্লিক ডাবল
বন্ড253 + প্রত্যেকটি অসম্পূর্ণ
বন্ডের জন্মে 5 মি: মা:

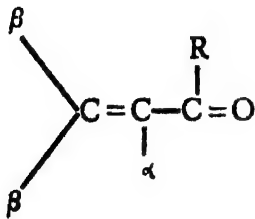
3নং তালিকা

যৌগ

α এবং β-এর মান

λ সর্বোচ্চ-এর মান

(মি: মা:)



(ক) α, β উভয় স্থানেই হাই-

215

ড্রোজেন থাকলে

(খ) α-স্থানে কোন পরিবর্ত-

215+10

পুঞ্জ থাকলে

(গ) β-স্থানে কোন পরিবর্ত-

215 + প্রত্যেকটি β-পরিবর্ত

পুঞ্জ থাকলে

পুঞ্জের জন্মে 12 মি: মা:

(R-এর মান হাইড্রোজেন
বা কোন অ্যালকিলপুঞ্জ)

(ঘ) α এবং উভয় β স্থানে

215+10+12+12

পরিবর্তপুঞ্জ থাকলে

পরিশেষে আর একটা কথা উল্লেখ করা
প্রয়োজন যে, আরোম্যাটিক যৌগের ক্ষেত্রে
এই পদ্ধতিটি প্রযোজ্য। বেঞ্জিনের বর্ণালীতে
202 মি: মা: স্থানে বেশ বেশী তীব্রতার এবং
230-270 মি: মা: এলাকার কম তীব্রতার কয়েকটা
শৃঙ্খল অবস্থান লক্ষ্য করা যায়। এদের মধ্যে

255 মি: মা: এলাকার অবস্থিত শৃঙ্খলটি উল্লেখযোগ্য।
অবশ্য বেঞ্জিনে কোন পরিবর্তপুঞ্জ থাকলে শৃঙ্খলটির
অবস্থান পরিবর্তিত হতে পারে, যেমন দেখা যায়
অ্যানিলিন যৌগে। অ্যানিলিনের বর্ণালীতে 255
মি: মা:-এর পরিবর্তে 280 মি: মা: স্থানে ঐ
শৃঙ্খলটি অবস্থান করে।

বানর ও বনমানুষের সমাজ-ব্যবস্থার ধারা

রেনভীমোহন সরকার*

মানুষ সমাজবদ্ধ জীব। পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন ভাষাভাষী জাতি, ধর্ম এবং বিভিন্ন রীতি-পদ্ধতি অনুসরণকারী মানুষ বাস করে আপন আপন গোষ্ঠীতে। প্রতিটি মানবগোষ্ঠীই আপন আপন সামাজিক ধ্যান-ধারণা আর বিধিনিষেধের গভী মেনে চলে সে সব রীতি-নীতি তাদের দৈনন্দিন জীবন পরিচালনার ক্ষেত্রে। কিন্তু মানবের প্রাণীদের মধ্যে কি সেই রকম অথবা অন্ত রকম কোন সমাজ-ব্যবস্থা রয়েছে? মানবগোষ্ঠীতে পরস্পরের মধ্যে মেহ, মারি-মমতা, স্বামী-স্ত্রী এবং পুত্র-কন্যাদের মধ্যে পরস্পর নির্ভরশীলতা আর প্রতিবেশীদের মধ্যে পরস্পর সহযোগিতার মাধ্যমে যে সমাজ-ব্যবস্থা দানা বেঁধে উঠেছে, এই সকল প্রাণীদের দৈনন্দিন জীবনধারণের মধ্যে কি সেই রকম সমাজ-ব্যবস্থার স্বরূপ প্রতিকলিত হয়? কথ্য জীব-বিজ্ঞানীদের মনে বারে বারে আলোড়িত হয়েছে এবং অনেকেই এই বিষয়টির উপর বখেটে আলোকসম্পাত করতে অগ্রণী হয়েছেন। পিঁপড়ে আর মৌমাছীদের সমষ্টিগতভাবে বাস করবার এক চমৎকার প্রবণতা দেখা যায়। এদের মধ্যে পরস্পর সহযোগিতা এবং শ্রম বিভাগের যে উৎকৃষ্ট উদাহরণ প্রতিকলিত হয়, তা সর্ববিষয়ে মানুষের অনুকরণযোগ্য বলে বিবেচিত হয়েছে। নানা ধরনের বখীকের আত্যন্তরূপী গঠন-প্রণালীর বিষয় একটি আদর্শ গ্রাম পরিকল্পনার কথায় মনে করিয়ে দেয়। পাখীদের মধ্যেও সমষ্টিগতভাবে বসবাস করবার একটা সহজ ইচ্ছা লক্ষিত হয়। অসহায় বাচ্চাদের নিয়ে পক্ষিপক্ষির পরিবার গড়ে ওঠে এবং যতদিন পর্যন্ত শাবকগুলি আপন

পকনির্ভর না হয়, ততদিন পরিবারের অস্তিত্ব বজায় রাখতে হয়। অনেক সময় দেখা যায়, কতকগুলি পাখী বরাবর একই ঝাঁকে বসবাস করে চলেছে—এরা একই সঙ্গে উড়ে বেড়ায়, আহার খোঁজে আবার সম্ভাব্যে বাসার অভিমুখে ধাবিত হয়। এই প্রকার পাখীর ঝাঁকের মধ্যে অস্বাভাবিক ধরনের এক শাসন-প্রণালী—এক প্রকার মালিকানার স্বীকৃতি বিদ্যমান। বাহোক, আলোচ্য প্রবন্ধে বানর এবং বনমানুষের জীবনে সমাজ-ব্যবস্থার ধারা আলোচনা করাই আমাদের প্রধান উদ্দেশ্য। বিবর্তনবাদ অনুযায়ী বলা যায় যে, এই বানর এবং বনমানুষেরাই হলো মানুষের নিকটতম সম্পর্কিত প্রাণী। মানুষ এবং এই সকল প্রাণীদের মধ্যে দৈহিক সাদৃশ্য বিশেষভাবে পরিলক্ষিত হয়। নৃতাত্ত্বিকেরা বানর ও বনমানুষের সঙ্গে মানুষের দেহগত প্রতিটি বিষয় সূক্ষ্মভাবে আলোচনা করেছেন এবং এর মধ্যে পৃথিবীতে মানুষের আবির্ভাবের রহস্যের উপর বখেটে আলোকপাত করেছে। দৈহিক সাদৃশ্য ছাড়া মানুষের একটি বিশেষত্ব হলো তার সামাজিক বিকাশ। বানর ও বনমানুষের ক্ষেত্রে এই সামাজিক বিকাশ কতটা বিদ্যমান, সে বিষয়টি বহু দিন থেকে আলোচিত হয়েছে, তবে বর্তমান সময়ে এই বিষয়ের প্রতি দেশ-বিদেশের নৃতাত্ত্বিক ও সমাজ-বিজ্ঞানীদের দৃষ্টি বিশেষভাবে আকৃষ্ট হয়েছে।

অধিকাংশ বানর গোষ্ঠীভুক্তভাবে বাস করে। এক-একটি গোষ্ঠীতে দশ থেকে পঞ্চাশ বা ততোধিক বানর থাকে। বেবুনদের গোষ্ঠী বেশ কয়েক শত

প্রাণী নিয়ে গড়ে ওঠে। এক-একটা গোষ্ঠী বধন কোন কলের বাগানে ঢুকে পড়ে অথবা কোন হিংস্র পশুর আক্রমণ প্রতিহত করবার চেষ্টা করে, তখন প্রত্যেকের মধ্যে একটা সুস্থ সহযোগিতার ব্যাপার পরিলক্ষিত হয়। গিবনদের মধ্যেও দলগতভাবে বসবাস করবার প্রবণতা দেখা যায়। ওরাং ওটাংকে বনমাহুদের মধ্যে কম মাত্রায় সামাজিক বলা হয়ে থাকে। কিন্তু অধিকাংশ পর্ববেককের মতে, ওরাং ওটাং ছোট ছোট পরিবারে বাস করতেই ভালবাসে এবং এদের পরিবার একজন পুরুষ, একজন স্ত্রী ও ছোট ছোট বাচ্চাদের নিয়ে গড়ে ওঠে। অনেকের মতে খাড়াভাবেই নাকি এদের ছোট ছোট দলে ঘুরতে বাধ্য করেছে। তবে এটা যে কতদূর সত্য, তা ঠিকমত বলা যায় না। গরিলাদের দল চার থেকে পঞ্চাশ জন নিয়ে গঠিত হয়। কখনও কখনও প্রাপ্তবয়স্ক পুরুষদের একা ঘুরে বেড়াতেও দেখা যায়। সাধারণতঃ প্রত্যেক দলে একটি প্রাপ্তবয়স্ক পুরুষ গরিলা থাকে। অনেক পর্ববেককের মতে গরিলা বহু স্ত্রী গ্রহণকারী—আবার কারো কারো মতে, এরা এক স্ত্রী নিয়েই বসবাস করে। এই ছুই দল পর্ববেককেই পৃথিবীর গরিলা-অধুষিত এলাকাগুলিতে গরিলায় জীবন-যাত্রা প্রণালী পর্ববেকণ করে তাঁদের নিজস্ব শিকারে এসেছেন বলে দাবী করেন। কোরলে নামক একজন বিখ্যাত পর্ববেকক উগাণ্ডার এক জঙ্গলে একটি গরিলা পরিবারে একটি প্রাপ্তবয়স্ক পুরুষ, চারটি প্রাপ্তবয়স্ক স্ত্রী গরিলা এবং দুটি ছোট বাচ্চা লক্ষ্য করেছেন। বিখ্যাত সমাজ-বিজ্ঞানী ওয়েটার-মার্ক-এর মতে, একটি গরিলা পরিবারে থাকে একজন প্রাপ্তবয়স্ক পুরুষ, এক বা একাধিক প্রাপ্তবয়স্ক স্ত্রী এবং বিভিন্ন বয়সের কয়েকটি বাচ্চা। পুরুষ গরিলাটি পরিবার রক্ষণাবেক্ষণ করে, বিপদের সময় সতর্ক করে দেয় এবং রাত কাটাবার জন্যে বাসা তৈরির ব্যবস্থা করে থাকে।

গরিলা পরিবারে একজন পুরুষের অস্তিত্ব, জী-গরিলায় সংখ্যাধিক্য এবং শিকারীর হস্তে দ্রুত অথবা দ্রুত পুরুষ গরিলায় দেখে দ্রুত অথবা মারামারির প্রমাণস্বরূপ ক্ষতচিহ্ন থেকে একথাই বুঝা যায় যে, গরিলা পরিবারে পুরুষেরই আধিপত্য বিস্তারিত।

উপরিউক্ত বানর ও বনমাহুদের মধ্যে শিম্পানজীই অধিকতর বুদ্ধিমান। এরা ছোট ছোট পরিবারভুক্ত অবস্থার অথবা দলভুক্ত অবস্থার ঘুরে বেড়ায়। এদের দল অনেক সময় গরিলাদের দল অপেক্ষাও বড় আকারের হয়ে থাকে। বিভিন্ন পর্ববেকক এই শিম্পানজী পরিবার বা দলের বিভিন্ন অবস্থা প্রত্যক্ষ করেছেন। বাক্ নামক জনৈক পর্ববেকক একটি পুরুষ, দুটি স্ত্রী এবং আটটি বাচ্চাসম্বলিত একটি শিম্পানজী পরিবার পর্ববেকণ করেছেন। স্ত্রী দুটির একজন তখন বাচ্চাদের লালনপালনে নিযুক্ত ছিল। প্রত্যেক পরিবার প্রতি রাতে বৃক্ষশাখায় বিশ্রামের জন্যে বাসা তৈরি করে। অ্যাস্চেখার নামে অপর একজন পর্ববেকক বিশ্রাম-নীড় রচনা-কালীন এক শিম্পানজী পরিবারকে লক্ষ্য করেছেন। এছাড়া গারনার নামে এক পর্ববেকক একটি শিম্পানজী দলের আনন্দোৎসবের অপূর্ব বিবরণ দিয়েছেন। প্রথমে দলটির সকলে মিলে কাদামাটি দিয়ে একটি কাঁকা গর্তের উপর এক ধরনের ঢাক তৈরি করে। কাঁকা গর্তটি প্রতিধ্বনির গহ্বর হিসাবে কাজ করে। ঢাকটি তুলিয়ে বাবার পর রাজি বেলায় শিম্পানজীরা দলে দলে জমায়েত হতে থাকে এবং পরস্পরকেই আনন্দমেলনা শুরু হয়। এদের মধ্যে কয়েক জন ঢাক পিটাবার তার নের আর সেই বাজনার তালে তালে অস্তিত্ব শিম্পানজীদের বস্ত্র উল্লাস শুরু হয়। বেশ কয়েক ঘণ্টা পরে সেই বিরামহীন নাচ ও বাজনার উপর ববনিকা পড়ে এবং শিম্পানজীরা একে একে বিদায় গ্রহণ করে। এই সকল উদাহরণ থেকে সহজেই প্রতীয়মান হয় যে, প্রাণী-জগতে অসংখ্য সামাজিক এবং পারিবারিক

জীবনযাত্রা-প্রণালী বিস্তারিত। “মানুষের বিবাহ-প্রথা ইতিহাস” নামক বিখ্যাত পুস্তকে ডক্টর ওরেন্ডারবার্ক মন্তব্য করেছেন যে, পারিবারিক জীবন মানুষের মত গরিলা এবং শিম্পানজীর ক্ষেত্রেও অগরিহার্হ। তাঁর মতে, বিবাহ-প্রথা আদিম সভ্যতা থেকে বিকশিত। বাছোক, বিভিন্ন প্রাণীদের আচার-ব্যবহার লক্ষ্য করলে দেখা যায় যে, এখানেও একটা সামাজিক চেতনা রয়েছে। এখানে আছে দলনেতার প্রতি বাধ্যতার মনোভাব, একক কর্মপ্রচেষ্টা, গ্রহণী যোঁতায়েন, রাধা এবং সন্তেজ্ঞা জ্ঞাপনের সূচক ব্যবস্থা। সম্পত্তির চেতনা, কাজ-কর্মের পাল্লাবদল, অনাধ শিশুকে দত্তকরূপে গ্রহণ প্রভৃতিতে প্রাণী-জগতে এক স্তরের সমাজ-ব্যবহার পরিচয় মেলে।

গত কুড়ি বছরের মধ্যে প্রাকৃতিক পরিবেশে প্রকৃত বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী নিয়ে বানর ও বন-মাছদের সমাজ-ব্যবহার বেশ কয়েকটি অল্পসন্ধান-কার্যে অন্বেষিত হয়েছে। এদের মধ্যে মিঃ কার্পেন্টার-এর এক বিশেষ জাতীর বানরের ব্যবহার এবং সামাজিক সম্পর্কবিষয়ক গবেষণা-কার্যটি বিশেষ উল্লেখযোগ্য। গিবনগোষ্ঠীর উপর তাঁর অল্পসন্ধান-কার্য কয়েকটি নতুন দৃষ্টিভঙ্গীর উপর

। তাঁর এই বিশেষ পর্ববেক্ষণে গিবনদের একক ব্যবহার-প্রণালী, ষাণ্ডারী-ধারার ধরণ, পুরুষ ও স্ত্রীদের সম্পর্ক, পুরুষে পুরুষে সম্পর্ক, স্ত্রীদের মধ্যে পারস্পরিক সন্তর্ভ, দলগত সংঘর্ষ ও সমন্বয়, যৌথ খাদ্য-ধারণা প্রভৃতি বিষয়ের প্রতি বর্ণিত দৃষ্টি দেওয়া হয়েছিল। গত কয়েক বছরে বানর ও বনমাছগোষ্ঠীর সমাজ-ব্যবহার ধারা আলোচনার ক্ষেত্রে দেশ-বিদেশের বিজ্ঞানীরা এগিয়ে এসেছেন। জাপানের কাইরো-টো বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃক প্রতিষ্ঠিত ‘জাপান বানর গবেষণা কেন্দ্র’ বানর ও বনমাছগোষ্ঠীর সমাজ-ব্যবহার উপর বর্ণিত আলোকপাত

করেছে। তাহাড়া ক্যানিকোর্নিয়ার ‘Centre for Advanced Studies in the Behavioral Science’-এর উদ্ভব এবং কর্মপ্রচেষ্টা লক্ষণীয়। এই সকল গবেষণা সংস্থা দেশ-বিদেশের বিভিন্ন জাতের বানর ও বনমাছগোষ্ঠীর পারস্পরিক আচার-ব্যবহার এবং সামাজিক জীবনযাত্রা-প্রণালীর প্রতি সজাগ দৃষ্টি রেখে চলেছেন এবং প্রত্যেকেই গবেষণার ফলাফল নির্দেশ করেছে যে, মানবের প্রাণীদের মধ্যেও স্ত্রী সমাজ-ব্যবহার অস্তিত্ব বিস্তারিত।

উপরিউক্ত আলোচনার পরিপ্রেক্ষিতে আমাদের মনে স্বভাবতঃই এক বিরীতি প্রশ্ন উঠে থাকে। মানব-সমাজ আর মানবের প্রাণী-সমাজে কি তাহলে কোন মৌলিক পার্থক্য আছে? দলবদ্ধ মানুষ ঘর বেঁধে গ্রাম পল্লবের পর স্ত্রী সামাজিক জীবনযাপন করে। ওদিকে আবার দেখা যায়, বাবুই পাখীরাও চমৎকার বাসা বেঁধে দলবদ্ধ জীবনযাপনে অভ্যস্ত। বেবুনদের দলগত জীবন বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। এরা দল বেঁধে বাস করে, ঘুরে বেড়ায়, শত্রুকে আক্রমণ করে। তাহলে এই স্ত্রী সমাজের পার্থক্য চাবিকাঠি কোথায়? অনেকের মতে, মানুষ কোন কালেই তাঁর পারিবারিক জীবনের ধারণাটা নীচু স্তরের প্রাণীদের নিকট থেকে গ্রহণ করে নি। মানব-সমাজ আর অভ্যস্ত প্রাণী-সমাজের মধ্যে মৌলিক পার্থক্য বিস্তারিত। আজকের গরিলা, শিম্পানজী অথবা ওয়াং ওটাং পরিবার বেভাবে বসবাস করে, পাঁচ-শ’ বা হাজার বছর পূর্বেও তাদের পূর্বপুরুষের জীবনযাত্রা ছিল ঠিক একই রকমের। পাঁচ-শ’ বছর পূর্বের বাবুই পাখীর দল যেভাবে বাসা বাঁধতো, আজকের বাবুই পাখীর দলও ঠিক একই রকম বাসা বাঁধে। অপর দিকে মানুষের জীবনযাত্রা পরিবর্তনের স্রোতে ভেসে চলেছে। মানুষের জীবনের রূপ দিনে দিনে, ক্ষণে ক্ষণে পরিবর্তনশীল। মানুষের শিকা-

দীক্ষা তার প্রতিবেশী আর বংশধরদের মধ্যে সঞ্চারিত হয়। আদিমতম মানব-সমাজেও দেখা যায়, ছেলেমেয়েরা তাদের নিজস্ব রীতিতে শিকা গ্রহণ করছে এবং সেই শিকাদানের প্রধান ভূমিকার রয়েছে পিতামাতা অথবা অভ্যস্ত আত্মীয়-বন্ধন। মানুষের শিকা ও কর্মধারা ঠৈনন্দিন নূতন নূতন আবিষ্কারের মাধ্যমে পরিবর্তনের ধাপে ধাপে এগিয়ে চলেছে। অপর দিকে মানবের প্রাণী-সমাজের শিকা ও কর্মধারা এভাবে প্রবাহিত হয় না। কুকুর, খোঁড়া, গরীলা, শিম্পানজী প্রভৃতি প্রাণী শিকাপ্রাপ্ত হয় বটে, কিন্তু সেই শিক্ষিত প্রাণীরা তাদের জাততাইদের শিক্ষিত করে ছুলতে সাহায্য করে না। উপরন্তু শিকা-প্রাপ্ত শিম্পানজীকে বস্ত্র শিম্পানজীর দলে ছেড়ে দিলে প্রথমটি অচিরেই পূর্বাঘ্রায় কীরে আসবে।

মানুষের কর্মপদ্ধতি পারস্পরিক শিকা-দীক্ষার বিনিময়ের উপর মুখ্যতঃ নির্ভরশীল। মানুষের সামাজিক রীতিনীতি গতিশীল—প্রাণীদের রীতি নিষ্কল। প্রাণবন্ত ও রূপান্তরকম রীতি-নীতির নাদ সংস্কৃতি। মানুষের সমাজ-ব্যবস্থা সংস্কৃতির দ্বারার উজ্জ্বলিত—বানর ও বনমানুষের সমাজে নেই কোন সংস্কৃতির ব্যাপার, সহজাত প্রবৃত্তির উপর ভিত্তি করেই গড়ে উঠেছে এদের কর্মপদ্ধতি। সে জন্তে যুগের পর যুগ এরা থেকে গেছে একই পর্ষায়ে। এখানে নেই কোন পরিবর্তন, নেই কোন এগিয়ে চলবার প্রবণতা। আর মানুষের জীবনযাত্রা সংস্কৃতির জোয়ারের চাপে গতিশীল—বার কলে মানুষ তার এই নিকটতম আত্মীয় বানর ও বনমানুষের দলকে ছাড়িয়ে আজ অনেক উচুতে উঠে এসেছে।

হলোগ্রাফি

শ্রীপ্রদীপকুমার দত্ত*

সূচনা—প্রাচীন কালে বিজ্ঞান যখন এত উন্নত হয় নি, তখন মানুষ প্রিয়জন বা প্রিয় বস্তুর স্মৃতি আগুন বনের মধ্যে সবচেয়ে রক্ষা করতো, তাছাড়া প্রিয়জন বা প্রিয় বস্তুর স্মৃতি রক্ষার আর কোনও উপায় ছিল না। কালক্রমে বিজ্ঞানের উন্নতির সঙ্গে সঙ্গে তৈলচিত্র এবং আরও পরে কটোগ্রাফির আবিষ্কার হলো। যে কোনও জিনিষের প্রতিবিম্ব কটোগ্রাফিক প্রস্টের উপর দীর্ঘ দিন ধরে রাখবার উপায় মানুষের করার হলো। এই কটোগ্রাফি কিন্তু মানুষের আপার নিবৃত্তি করতে পারলো না। কটোগ্রাফি আরো দুই দিকের প্রতিবিম্ব পাই। তিন দিকের কোনও প্রতিবিম্ব সাধারণ কটোগ্রাফিক

প্রস্টে পাওয়া সম্ভব নয়। তিন দিকের কটোগ্রাফি তৈরি করতে লাগলো। আবিষ্কৃত হলো Stereoscopic (3-D) Photo-recombination, যাতে দুটিবিজ্ঞানের দ্বারা গভীরতার অল্পভূতি আশ্রিত করা যায়। এই ভাবে যে তিন দিকের কটোগ্রাফি তৈরি হয়, তাতে বস্তুর প্রতিবিম্ব একটি স্থির স্মৃতির মত দেখায়। একজন মানুষকে বিভিন্ন কোণ থেকে দেখলে তির তির কোণের ভেত্রে তার দেহের তির তির অংশ দৃষ্টগোচর হয় বা দৃষ্ট অগোচরে চলে যায়। কিন্তু উপরিউক্ত ত্রিমাত্রিক ছবিতে তা হয় না। যে কোনও

*পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ; আচার্য বি. এন. গিল কলেজ, কোচবিহার

অবস্থান থেকেই লক্ষ্য করা যায় না কেন, একজন লোককে সামান্যসামান্য দেখলে যেমন দেখার, এই ছবিতে তার চেয়ে কিছু বেশী বা কম দেখা যাবে না। তাই বাস্তবোপম ছবি পেতে গেলে কটোগ্রাফির আরও উন্নতি প্রয়োজন। এই প্রয়োজন মেটাবার তাগিদেই আবিষ্কৃত হলো এক নতুন ধরনের কটোগ্রাফি, যার নাম হলোগ্রাফি বা পূর্ণলেখন (গ্রীক শব্দ Holos মানে পূর্ণ)। এই ধরনের কটোগ্রাফিতে যে প্রতিবিম্ব দেখা যায়, তা সম্পূর্ণভাবেই বাস্তবোপম অর্থাৎ হলোগ্রাফিতে উৎপন্ন প্রতিবিম্বের সঙ্গে মূল বস্তুর পার্থক্য চোখে দেখে বোঝা যায় না।

মূল তত্ত্ব—হলোগ্রাফির মূল তত্ত্ব আলোক-তরঙ্গের ব্যতিকরণের (Interference) মধ্যেই নিহিত। দুটি সমতল তরঙ্গকে যদি একটি পর্দার উপর অধ্যারোপিত (Superimpose) করা হয়, তবে তারা একটি লক্কি তরঙ্গের সৃষ্টি করে। পর্দার যে সমস্ত বিন্দুতে তরঙ্গ দুটি একই দশায় আগতিত হয়, অর্থাৎ পর্দার যে সকল বিন্দুতে একটি তরঙ্গের উত্থান (Crest) অপর তরঙ্গের উত্থান বা একটি তরঙ্গের পতন (Trough) অপর তরঙ্গের পতনের উপর আগতিত হয়, তখন সেখানে লক্কি তরঙ্গের বিস্তার পূর্বোক্ত যে কোনও তরঙ্গের বিস্তার অপেক্ষা বেশী হয় এবং সেই সঙ্গে আলোকের ঔজ্জ্বল্যও বেশী হয়। আর যে সকল বিন্দুতে দুটি তরঙ্গ বিপরীত দশায় অর্থাৎ একটির উত্থান অপরটির পতনের উপর আগতিত হয়, সেখানে লক্কি তরঙ্গের বিস্তার হয় তরঙ্গ দুটির বিস্তার অপেক্ষা অনেক কম এবং আলোকের ঔজ্জ্বল্যও অনেকটা কম হয়। প্রথমটিকে বলা হয় সংযোজী ব্যতিকরণ (Constructive interference) এবং দ্বিতীয়টিকে বলা হয় বিনাশী ব্যতিকরণ (Destructive interference)। স্তব্ধতাৎ সঙ্গত উৎস (Coherent source) থেকে দুটি সমতল আলোক-তরঙ্গকে যদি একটি

পর্দার উপর অধ্যারোপিত হতে দেওয়া হয়, তবে একটি উজ্জ্বল ও একটি অন্ধকার ডোরা পর্দার উপর পর পর সমান্তরালভাবে সাজানো দেখা যাবে। আলো-আঁধারের এই একান্তর ডোরাকে বলে ব্যতিকরণ আকৃতি (Interference pattern)। এখন যদি এরূপ একটি সমতল তরঙ্গ একটি দর্পণ থেকে প্রতিফলিত হয়ে পর্দার উপর আগতিত হয় এবং আর একটি অল্পরূপ তরঙ্গ কোন বস্তু থেকে প্রতিফলিত হয়ে পূর্বোক্ত পর্দার উপর আগতিত হয়, তবে একটি জটিল ব্যতিকরণ আকৃতির সৃষ্টি হবে। কারণ একেজের দ্বিতীয় তরঙ্গটি বস্তু কর্তৃক প্রতিফলিত হবার পর আর সমতল থাকে না বরং বস্তুর তলের বৈশিষ্ট্যানুযায়ী পরিবর্তিত হয়ে যায়। কলে পর্দার উপর যে জটিল ব্যতিকরণ আকৃতির সৃষ্টি হবে—তা হবে বস্তুর বৈশিষ্ট্যানুযায়ী! পর্দার স্থানে একটি প্লেট (বা কটোগ্রাফিতে ফিল্মের সঙ্গে তুলনীয়) রাখলে প্লেটের উপর ব্যতিকরণ আকৃতি মুদ্রিত হয়ে যাবে। একেই বলে হলোগ্রাফি আর প্লেটটিকে বলা হয় বস্তুর হলোগ্রাম। কটোগ্রাফিতে ফিল্মের উপর বস্তুর প্রতিবিম্ব ব্যবহৃত আলোকের তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের উপর নির্ভরশীল আর হলোগ্রাফিতে বস্তুর প্রতিবিম্ব ব্যবহৃত আলোক-তরঙ্গের দশার উপর নির্ভর করে।

হলোগ্রাম থেকে বস্তুর প্রতিবিম্ব পুনরুৎপন্ন করতে হলে হলোগ্রামকে একটি সঙ্গত আলোকের দ্বারা আলোকিত করা হয়। এখন হলোগ্রাম তার উপরকার ব্যতিকরণ আকৃতির দ্বারা একটি বিসরণ জালের (Diffraction grating) মত কাজ করে। একটি বিসরণ জালের মত এখানেও প্রথম বর্ণীয় (First order) বিসরিত প্রতিবিম্বের (Diffracted image) ঔজ্জ্বল্য সবচেয়ে বেশী হয়। হলোগ্রাম তৈরির সময় যে অবস্থান থেকে আলোকপাত করা হয়েছিল—যদি এখনও সেই অবস্থানে আলোকের উৎসকে রাখা যায়, তবে

প্লেটের উত্তর পার্শ্বে মূল বস্তুর ছুটি বাস্তবোপম তিন মাত্রার প্রতিচ্ছবি উৎপন্ন হয়। এদের একটি সদ্ (Real) ও অপরটি অসদ্ (Virtual)। প্লেটের উপর যে দিকে আলোকপাত করা হয়, তার বিপরীত দিকে উপযুক্ত কৌণিক অবস্থান থেকে প্লেটের উপর দৃষ্টিপাত করলে প্লেটের যে পাশে আলোক-উৎস আছে, সেই দিকে তিন মাত্রার অসদ্ প্রতিবিম্বটি দেখা যাবে (অবশ্য একটি লেন্সের দ্বারা ফোকাস করবার পর)। ঐ একই পার্শ্বে দাঁড়িয়ে দর্শক নিজের ও প্লেটের মধ্যকার কাঁকা জারগার বস্তুর তিন মাত্রার সদ্ প্রতিবিম্বটি অবলম্বনহীনভাবে বাতাসে ভাসমান দেখতে পাবেন। কোন পর্দা ছাড়াও এই সদ্ বিম্বটিকে দেখা যায়।

আলোক-উৎস—উপরের আলোচনার দেখা গেল যে, হলোগ্রাফির জন্মে প্রয়োজন একটি সুসংবদ্ধ আলোক উৎস। এর উঠতে পারে, সাধারণ আলোর হলোগ্রাফি সম্ভব নয় কেন? সংক্ষেপে এসবক্ষে কিছু আলোচনা করা যৌথ হয় অপ্রাসঙ্গিক হবে না। সাধারণ আলোক বিভিন্ন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের তরঙ্গের সমষ্টি। কলে হলোগ্রাফির কাজে সাধারণ আলো ব্যবহার করলে বিভিন্ন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোর জন্মে হলোগ্রামে বিভিন্ন ধরনের ব্যতিকরণ আকৃতির সৃষ্টি হবে এবং এগুলি একে অপরের উপর অধ্যারোপিত হওয়ার পরস্পরের তীক্ষ্ণতা নষ্ট করবে এবং শেষ পর্যন্ত কোন হলোগ্রাম উৎপন্ন করা অসম্ভব হয়ে উঠবে। তাই একটি মাত্র তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোর প্রয়োজন হলোগ্রাফির জন্মে।

উৎস যে অসংখ্য পরমাণুর দ্বারা গঠিত, তাদের কক্ষপথের ইলেকট্রনের স্পন্দনের ফলেই আলোক উৎপন্ন হয়। এই সব ইলেকট্রনের স্পন্দনের কণা বিভিন্ন হওয়ার তাদের সৃষ্ট আলোর দশাও বিভিন্ন হয়। তাই একটি উৎস থেকে নির্গত

আলোক সমদশাসম্পন্ন অর্থাৎ সুসংবদ্ধ হয় না। তবে উৎস একটি বিন্দু হলে উৎসে ইলেকট্রনের সংখ্যা কম হওয়ার নির্গত আলোক ঘোঁটাছুটি সুসংবদ্ধ বলা যেতে পারে। সাধারণ আলোক-উৎসকে আমরা অনেকগুলি বিন্দু-উৎসের সমষ্টি হিসাবে ধরতে পারি। কলে এটিটি বিন্দু-উৎস থেকে নির্গত আলো ভিন্ন ভিন্ন দশা-সম্পন্ন হওয়ার তারা আলাদা আলাদাভাবে তাদের নিজস্ব ব্যতিকরণ আকৃতির সৃষ্টি করবে, বারাক্ একে অপরের উপর অধ্যারোপিত হওয়ার পরস্পরকে বিনষ্ট করবে, কারণ একটির উচ্চল ডেরা (Maxima) অপরের অচ্ছকার ডেরার (Minima) উপর আপতিত হলেই সম্পূর্ণ পদার্থটি সর্বত্র প্রায় সকলভাবে আলোকিত হয়ে যাবে। সুতরাং পর্দার উপর কোন ব্যতিকরণ আকৃতি পাওয়া যাবে না। আর ব্যতিকরণ আকৃতি না পাওয়া গেলে হলোগ্রাফি সম্ভব নয়। তাই এমন আলোক-উৎসের প্রয়োজন, যা থেকে নির্গত আলোক-তরঙ্গসমূহ একই দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট এবং সমদশাসম্পন্ন বা সুসংবদ্ধ হবে। এই ধরনের উৎস লেসার আবিষ্কৃত হবার আগে পাওয়া ছিল খুবই কষ্টসাধ্য। লেসার, যা সম্পূর্ণরূপে সুসংবদ্ধ এক ধরনের আলোক-উৎস, হলোগ্রাফির জন্মে অপরিহার্য।

পদ্ধতি—হলোগ্রাফির জন্মে একটি একবর্ণের (Monochromatic) (অর্থাৎ, একটিমাত্র তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট) লেসার রশ্মিওচ্ছ হুটি পরস্পর-আনত দর্পণের সাহায্যে দুটি অংশে বিভক্ত করা হয়। এই অংশ দুটির একটিকে সোজাছবি একটি কটোগ্রাফিক প্লেটের উপর পড়তে দেওয়া হয় এবং অপর অংশটি যে বস্তুর হলোগ্রাম করতে হবে, তার উপর আপতিত হয়ে অনিয়মিত প্রতিফলনের ফলে পূর্বোক্ত কটোগ্রাফিক প্লেটের উপর পড়ে। দর্পণ থেকে প্রতিফলিত যে সমস্ত রশ্মি সোজাছবি প্লেটে এসে পৌঁছায়, সেগুলি

স্বই একই দশাসম্পন্ন থাকে। যে সকল রশ্মি বস্তু থেকে অনিয়মিত প্রতিফলনের পর প্লেটে এসে পড়ে, তারা বিভিন্ন দশাসম্পন্ন হয়। কারণ বস্তুর বিভিন্ন অংশ থেকে প্রতিফলিত হয়ে প্লেটে এসে পড়ার তাদের বিভিন্ন পথ পরিক্রম করতে হয়েছে। আগেই বলা হয়েছে এর ফলে প্লেটের উপর বস্তুর আকৃতি-নির্ভর একটি জটিল ব্যাতি-করণ আকৃতির সৃষ্টি হবে। এই প্লেটটিই হলো বস্তুর হলোগ্রাম। সাধারণ আলোর প্লেটটিকে একটি সাধারণ কটোগ্রাফিক প্লেটের মতই দেখাবে এবং এর উপর বস্তুর কোনও প্রতিবিম্ব দেখা যাবে না। তবে অণুবীক্ষণ যন্ত্রে প্লেটের উপর ব্যতিকরণ আকৃতি দেখা যাবে।

সীমাবদ্ধতা—এ পর্যন্ত যে ধরনের হলোগ্রাফিক কথা আলোচনা করা হলো, তার দুটি সীমাবদ্ধতা হলো এই যে—(১) এতে বস্তুর প্রতিকৃতি পুনরুৎপন্ন করতে লেসার রশ্মির প্রয়োজন হয়, বা খুবই ব্যয়সাধ্য এবং (২) বস্তুর পুনরুৎপন্ন প্রতিকৃতি একরঙা হয় এবং এই রং হলোগ্রামের জন্তে ব্যবহৃত লেসার রশ্মির রঙের অঙ্গরূপ। বর্তমানে এই দুই সীমাবদ্ধতাকে অতিক্রম করা সম্ভব হয়েছে। প্রথমত: হলোগ্রাফিক প্রতিকৃতি সাধারণ আলোতেই দেখা যায় এবং দ্বিতীয়ত: বস্তুর রং প্রতিকৃতিতে অক্ষুর রূপেই থাকে।

প্রথমটির জন্তে একটি বিশেষ ধরনের কটোগ্রাফিক প্লেট নেওয়া হয়। এই প্লেটে সাধারণ কটোগ্রাফিক অবলম্বের (Imulsion) একটি বেশ পুরু আচ্ছন্ন থাকে। লেসার রশ্মিগুচ্ছকে আগের মতই দুটি দর্পণের সাহায্যে দুই অংশে বিভক্ত করা হয়। কিন্তু দর্পণ থেকে যে অংশটি সরাসরি প্লেটে আসে, সেটিকে প্লেটের বেসদিকে অবলম্বের আচ্ছন্ন আছে, তার বিপরীত দিকে পড়তে দেওয়া হয় এবং সেটি এই আচ্ছন্নের মধ্য দিয়ে প্লেটের সামনের দিকে আসে। লেসার রশ্মিগুচ্ছের আর একটি অংশ বখারীতি বস্তু

থেকে প্রতিফলিত হয়ে প্লেটের সামনের দিকে এসে পড়ে। এর ফলে আচ্ছন্নের মধ্যে ব্যতিকরণ আকৃতির সৃষ্টি হয়। এইরূপে প্রাপ্ত হলোগ্রাম যদি সাধারণ আলোর দেখা হয়, তবে বস্তুর প্রতিকৃতি প্লেটের পিছনে বাতাসে অবলম্বিত (Suspended) অবস্থার দেখা যাবে। বস্তুর স্বাভাবিক রঙের হলোগ্রাম করতে হলে তিনটি প্রাথমিক রঙের লেসার রশ্মি এক সঙ্গে নেওয়া হয়। এর ফলে যে হলোগ্রাম তৈরি হয়, তা সাধারণ আলোকে বস্তুর স্বাভাবিক রঙের প্রতিকৃতি উৎপন্ন করতে পারে।

সংজ্ঞা—উপরের আলোচনার দেখা গেল যে হলোগ্রাফিতে ক্যামেরার প্রয়োজন হয় না, সুসংবদ্ধ আলোক হিসাবে লেসার ব্যবহৃত হয় এবং বস্তুর একটি ত্রিমাত্রিক বাস্তবোপম প্রতিকৃতি পাওয়া যায়। সুতরাং হলোগ্রাফি হলো লেসার রশ্মি দিয়ে তোলা এক সম্পূর্ণ অভিনব কটোগ্রাফি, যাতে কোনও বস্তুর আকৃতিকে ঠিক বাস্তব আকৃতির মতই পুনরুৎপন্ন করা যায়—কোন ক্যামেরা বা লেন্সের সাহায্য ব্যতিরেকেই। এই পদ্ধতিতে উৎপন্ন প্রতিকৃতিকে চোখে দেখে মূল বস্তু থেকে আলাদা করে চেনা যায় না।

কটোগ্রাফিক সঙ্গে পার্থক্য—(ক) কটোগ্রাফিক সঙ্গে হলোগ্রাফিক পার্থক্য উপরের আলোচনা থেকে কিছুটা প্রতীয়মান হয়, বখা—(১) কটোগ্রাফিতে ক্যামেরার লেন্স বা যন্ত্র হিজের সাহায্যে প্লেটের উপর বস্তুর প্রতিবিম্ব গঠিত হয় এবং প্লেটটিকে আলোতে ধরলে বালি চোখেই বস্তুর আকৃতি বুঝতে পারা যায়। কিন্তু হলোগ্রাফিতে কোনও লেন্স বা হিজের প্রয়োজন হয় না এবং হলোগ্রাম প্লেটের উপর বস্তুর কোনও প্রতিকৃতি সৃষ্টি হয় না—সৃষ্টি হয় ব্যতিকরণ আকৃতি, যেটা সাধারণ চোখে বোঝা যায় না। (২) কটোগ্রাফিতে সাধারণ আলোক ব্যবহৃত হয়, কিন্তু হলোগ্রাফিতে ব্যবহৃত হয় লেসার রশ্মি। (৩)

কটোগ্রাফি দুই মাত্রিক, কিন্তু হলোগ্রাফি ত্রিমাত্রিক প্রতিকৃতি গঠন করে। কটোগ্রাফিতে Stereo-graphic projection-এর দ্বারা ত্রিমাত্রিক প্রতিকৃতি পাওয়া যায় বটে, কিন্তু তার সঙ্গে হলোগ্রাফির মৌলিক পার্থক্য আছে।

(খ) একটি কটোগ্রাফকে যদি ছিঁড়ে টুকরা টুকরা করা হয়, তবে সেটি নষ্ট হয়ে যায়। কিন্তু একটি হলোগ্রামকে যতই টুকরা করা থাক না কেন, তার প্রত্যেকটি টুকরা একটি সম্পূর্ণ প্রতিকৃতি গঠন করতে পারে। যেহেতু বস্তুর প্রতিটি বিন্দু থেকে আলো এসে হলোগ্রামের প্রতিটি বিন্দুতে পড়ে এবং হলোগ্রামের প্রতিটি বিন্দুই বস্তুর প্রতিকৃতি ধরে রাখে, তাই হলোগ্রামের যে কোনও টুকরা বস্তুর সম্পূর্ণ প্রতিকৃতি গঠনে সক্ষম। অবশ্য টুকরা যত ছোট হয়, উৎপন্ন প্রতিকৃতির স্পষ্টতা ততই কমে যায়।

(গ) একটি কটোগ্রাফিক প্লেটে একটি মাত্র কটোগ্রাফ তোলা যায়, কিন্তু হলোগ্রাফির ক্ষেত্রে একই প্লেটে বিভিন্ন বস্তুর হলোগ্রাম গ্রহণ করা যায় এবং তাদের যে কোনটিকে অস্ত্রগুলি থেকে সম্পূর্ণ পৃথকভাবে পুনরুৎপন্ন করা সম্ভব। লেসার রশ্মি আগন্তুক কোণ অল্প অল্প করে পরিবর্তন করলে একই প্লেটে বিভিন্ন বস্তুর হলোগ্রাম গ্রহণ ও পুনরুৎপন্ন করা যায়।

ব্যবহার—প্রচুর সম্ভাবনা নিয়ে হলোগ্রাফি বিজ্ঞানীদের হাতে ধরা দিয়েছে। আগেই বলা হয়েছে, একটি হলোগ্রাফিক প্লেটে একই সঙ্গে বিভিন্ন বস্তুর প্রতিকৃতি ধরে রাখা যায়। কলে

জর সময়ের ব্যবধানে বিভিন্ন কৌণিক অবস্থান (বা হলোগ্রাম করবার সময়ের কোণের সঙ্গে সমান) থেকে আলোকপাত করলে সিনেমার মতই পর পর প্রতিকৃতিগুলি একই অবস্থানে ফুটে উঠবে। এর জন্তে আলো ও প্লেট—এই দুটির যে কোনটিকে স্থির রেখে অস্ত্রটিকে সরানো বা ঘোরানো যেতে পারে। অণুবীক্ষণ যন্ত্রে বস্তুর প্রতিবিম্ব তৈরি করবার জন্তে লেন্সের প্রয়োজন হয়। ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্রে বা রঞ্জন রশ্মি অণুবীক্ষণ যন্ত্রে যে সব লেন্সের প্রয়োজন হয়, সেগুলি তৈরি করা বেশ কঠিন। লেন্স ব্যবহার না করেও প্রতিবিম্ব গঠনের উপায়ের সন্ধান হলোগ্রাফি দিয়েছে। কোন কম্পনশীল বস্তুর কম্পনের ধরণ ও সেই কম্পনের প্রাবল্য নির্ণয় করবার কাজে হলোগ্রাফির ব্যবহার হতে পারে। রক্ত পরীক্ষার কাজও আজ কাল হলোগ্রাফির সাহায্যে সাক্ষ্যের সঙ্গে করা সম্ভব হচ্ছে। সাময়িক প্রয়োজনেও হলোগ্রাফির অবদান কম নয়। আগেই বলা হয়েছে, হলোগ্রামের যে কোন টুকরা থেকেই বস্তুর সম্পূর্ণ প্রতিকৃতি পাওয়া যায় এবং হলোগ্রাফির সময়ে ব্যবহৃত লেসারের কৌণিক অবস্থানটি ঠিকমত জানা না থাকলে সহজে প্রতিকৃতি পুনরুৎপন্ন করা যায় না। হলোগ্রামের এই ছুটি ধর্ম সাময়িক প্রয়োজনে গুপ্ত দ্রব্য বা দলিল পাঠাবার কাজে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া নানা দিকে হলোগ্রাফির প্রয়োগ বিজ্ঞান-জগতে নতুন দিগন্তের উন্মোচন করেছে। বরসে নবীন হলোগ্রাফি এক বিরাট সম্ভাবনার বার্তা বহন করে এনেছে।

তিমির কথা

শ্রীহরিশোহন কুণ্ড*

বর্তমান পৃথিবীর জল ও স্থলে বিচরণকারী প্রাণীদের মধ্যে তিমি হলো বৃহত্তম প্রাণী। দৈনিক আকৃতিতে এরা প্রাগৈতিহাসিক ডাইনোসোরের মত বৃহৎ না হলেও বর্তমান পৃথিবীতে এদের চেয়ে বড় আর কোন প্রাণী নেই। জলচর প্রাণী হলেও এরা কিন্তু মাছ নয়। এরা স্তন্যপায়ী প্রাণীদের একটি বিশেষ গোষ্ঠী এবং সিটিনিয়া গণের অন্তর্ভুক্ত। এরা জলে বাস করলেও জলের উপরের বাতাসের সাহায্যে শ্বাসক্রিয়া চালায়। অস্তান্ত জন্তুদের মতই স্ত্রী-তিমি সন্তান প্রসব করে এবং স্তন্যপান করিয়ে লালন-পালন করে।

শারীরিক বিশেষত্ব—এপর্বত বত রকম তিমি ধরা পড়েছে, তার মধ্যে সবচেয়ে বড় হলো নীল তিমি। নীল তিমি 100 থেকে 110 ফুট পর্যন্ত লম্বা হয়ে থাকে এবং দৈনিক ওজন 136 থেকে 140 টনের মত।

জীব-বিজ্ঞানীদের মতে, এক কালের স্থলচর চতুষ্পদ প্রাণীই ছিল এদের পূর্বপুরুষ এবং ক্রমবিবর্তনের দ্বারা বর্তমান রূপ পরিগ্রহ করেছে। এর প্রমাণ হিসাবে দেখানো হয়েছে যে, তিমির জন্মের চারিটি পা থাকে, দেহ লোম আবৃত এবং পিছনের লেজ থাকে না। কিন্তু অম্মাবার আগে দেহ রূপান্তরিত হয়ে অনেকটা মাছের আকৃতি গ্রহণ করে।

তিমির বিশাল দেহ এমনভাবে গঠিত যে, জলের মধ্যে ক্রতগতিতে বিচরণ করতে কোন অহুবিধাই হয় না। মিসাইট মস্তক ও মুখ-গহ্বর তিমির দেহের আর এক-তৃতীয়াংশের মত। বাড় নেই এবং দেহটি পিছনের দিকে ক্রমশঃ সরু হয়ে গেছে। লালনের পা দুটি সীতার কটিবার

জন্তে প্যাডল হিসাবে রূপান্তরিত হয়েছে। পিছনের পা দেহের বাইরে আসে না—তাই দেখা যায় না। শিরদাঁড়ার উপর লম্বা মাংস-পিণ্ডের একটি পাখুনা থাকে। লেজটিও একটি বড় পাখুনার রূপান্তরিত হয়। চোখ দুটি দেহের তুলনায় খুবই ছোট এবং মুখের চৌরাল দুটির কোণে অবস্থিত। বাইরে কোন কান দেখা যায় না। পূর্ণাঙ্গ তিমির দেহে কোন লোম থাকে না। কখনও কখনও উপরের ঠোঁটে কয়েক গাছা লোম দেখা যায়। উষ্ণ রক্তের প্রাণীদের দেহে সাধারণতঃ লোম অথবা পালক থাকে, যার দ্বারা দেহের উত্তাপ রক্ষিত হয়। তিমির দেহে লোম থাকে না, কিন্তু চামড়ার নীচে তিন থেকে দশ ইঞ্চি পুরু চর্বি থাকে, যার সাহায্যে তাদের দেহের উত্তাপ রক্ষিত হয়ে থাকে। নাকে একটি অথবা দুটি গর্ত থাকে। মাথার উপরে নাকের অবস্থান, কাজেই মাথাটি জলের উপরে তুললেই শ্বাসকার্যের জন্তে বাতাস সংগ্রহ করতে পারে। দেহের আকার অস্থায়ী তিমি 10 থেকে 45 মিনিট পর্যন্ত শ্বাস না নিয়ে জলের তলায় থাকতে পারে। যখন শ্বাস ছাড়ে, তখন নির্গত বায়ু দেহের মধ্যে অনেক সময় পর্যন্ত আবদ্ধ থাকবার কলে খুবই উত্তপ্ত হয় এবং সমুদ্রের উপর ঠাণ্ডা বাতাসের সংস্পর্শে এলে ঘোঁরা মত ঘনীভূত বাষ্পে পরিণত হয় এবং 12 থেকে 14 ফুট পর্যন্ত কোয়ারার মত উচুতে উঠে যায়। শ্বাস ছাড়বার সময় যে শব্দ হয়, তা কয়েক মাইল দূর থেকেও শোনা যায়। তিমির পায়ুর কাছাকাছি দু-দিকে দুটি স্তন থাকে।

*প্রাণিবিজ্ঞা বিভাগ; বাকুড়া সঙ্গিনী কলেজ, বাকুড়া

এটা এমন বায়ুসংশ্লিষ্ট দ্রব্যে তৈরি, যাতে ইচ্ছামত জী-তিমি সেটাকে সঙ্কুচিত করে বাচ্চাকে প্রচুর ছুঁ পান করাতে পারে। জী-তিমি সাধারণতঃ এক বছর অথবা কিছু বেশী সময় গর্ভধারণ করে একটি করে বাচ্চা প্রসব করে।

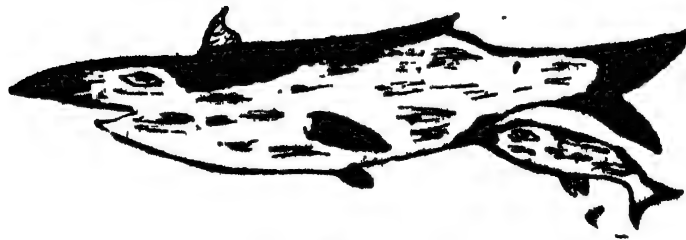
তিমি বায়ুশাশী প্রাণী। এরা প্রধানতঃ প্রচুর পরিমাণ স্নায়ুশক্তির উন্নয়ন করে এবং সময়ে সময়ে আটোপাল, বাছ, শীল, শেজুইন প্রভৃতি প্রাণী ও ভক্ষণ করে থাকে। তিমি অত্যন্ত দ্রুতগতিতে ছুঁতে পারে। সাধারণতঃ ঘণ্টায় 30 থেকে 45 সান্দ্রিক মাইল গতিতে এরা ডুবোজাহাজের সঙ্গে সমতা রেখে ছুঁতে পারে। খাঁসজিরার জন্তে বাতাস সংগ্রহের উদ্দেশ্যে প্রায়ই জলের উপর এদের মাথা ভুলতে হয়।

তিমির শ্রেণী বিভাগঃ—তিমির অনেক রকমের জাতি ভেদ আছে। তবে তাদের মোটামুটি দুটি Sub-order-এ ভাগ করা হয়েছে।

(ক) Sub-order—Mystacoceti—দন্তবিহীন তিমি এই বিভাগের অন্তর্ভুক্ত। তাদের মধ্যে অ্যাটলান্টিক ও মেক্সিকানীয় সমুদ্রের নীল তিমি, প্রশান্ত মহাসাগরের ধূসর তিমি,

হয়েছে। এদের মধ্যে প্রশান্ত মহাসাগর ও অ্যাটলান্টিক মহাসাগরের শিকারী তিমি (3নং চিত্র), প্রশান্ত ও ভারত মহাসাগরের স্পার্ম তিমি (4নং চিত্র) এবং ডলফিন (5নং চিত্র) ইত্যাদি বিশেষ উল্লেখযোগ্য। ডলফিন জাতীয় ছোট ছোট তিমি পৃথিবীর প্রায় সব স্থানেই দেখা যায়। কখনও কখনও তারা মোহানা দিয়ে নদীতে উঠে আসে। ভারতবর্ষে গদা ও ব্রহ্মপুত্র নদীতে প্রচুর Gangetic Dolphin দেখা যায়।

তিমির স্নেহ-মমতা ও মানসিকতা—তিমির ভালবাসা সত্যক্ষে অনেক কাহিনী শোনা যায়। এরা কখনও কখনও বাঁকে বাঁকে, কখনও জোড়া বেঁধে, কখনও বা একাকী বিচরণ করে। জোড়া বেঁধে বিচরণ করবার সময় জী-তিমি শিকারী কর্তৃক আক্রান্ত হলে মৃত্যু না হওয়া পর্যন্ত পুরুষ তিমি তার সঙ্গ ছাড়ে না। মৃত্যুর পরেও অনেক সময় মৃতের গিঠে মাথা দিয়ে আঁকড়ে রাখে। বোতল-নাকসমূহ তিমি কখনও আহত হলে সঙ্গীরা তাকে কেলে বায় না। দশ-পনেরোট তিমি তার গুপ্তস্থান মেগে



1নং চিত্র

গুনদানে রত 50 ফুট দীর্ঘ কৃষ্ণপৃষ্ঠ তিমি

অ্যাটলান্টিক ও প্রশান্ত মহাসাগরের কৃষ্ণপৃষ্ঠ তিমি (1নং চিত্র) এবং মেক্সিকানীয় সমুদ্রের রাইট তিমি (2নং চিত্র) ইত্যাদি প্রধান।

(খ) Sub-order—Odontoceti—দন্তবিশিষ্ট তিমিকে এই বিভাগের অন্তর্ভুক্ত করা

যায়। এতে শিকারীদের স্তুবিধা হয় বেশী—একটিকে আহত করে তার মৃত্যুর আগেই অন্যটিকে আহত করবার সুযোগ পায়। এভাবে পুরা দলটিকে শিকার করবার স্তুবিধা হয়।

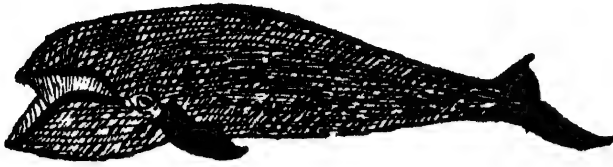
জী ও পুরুষ তিমির মিলনের সময় তারা আনন্দজনক

বহু অবস্থায় সাধারণতঃ আড়াআড়িভাবে জলে ভেসে থাকে এবং কখনও কখনও ঝাড়াভাবে পিছনের লেজের উপর ভর করে দাঁড়ায়। মাঝে মাঝে পাখুনার সাহায্যে জলের মধ্যে এমনভাবে আলোড়ন সৃষ্টি করে, যার শব্দ কয়েক মাইল দূর থেকেও শোনা যায়।

দ্বী-তিমির সন্তান-বাৎসল্য অতি প্রবল। হঠাৎ যদি কোন বাচ্চা শব্দের দ্বারা আকৃষ্ট

হোলে স্তব্ধ হয়ে পড়ে। শত শত দর্শক অবাক হয়ে এই ব্যাপার লক্ষ্য করেন।

প্রশান্ত মহাসাগর ও ভূমধ্য সাগরের ৭ ফুট থেকে ১২ ফুট লম্বা ডলফিনদের মুখের গঠন এমনই যে, সব সময়ই যেন তাদের মুখে হাসি লেগে আছে। এদের শব্দগ্রাহী ইন্ড্রিয় এবং এদের বুদ্ধিও বেশ। গর্ভবতী ডলফিনের প্রসবকালে অল্প একটি দ্বী-ডলফিন সর্বদা তার পাশে পাশে

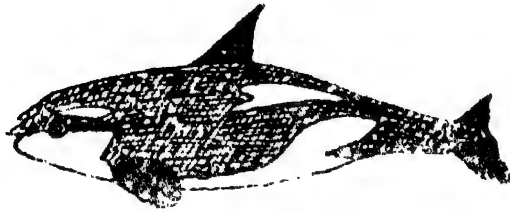


২নং চিত্র
৪৫ থেকে ৫০ ফুট দীর্ঘ রাইট তিমি

হয়, তবে আর রক্ষা নেই। সমুদ্রে বিচরণকারী জেলে নৌকাগুলিকে এমনভাবে তারা গ্রাস করে না; কিন্তু খোঁচা দিলে বা অন্তভাবে বিরক্ত করলে তারা নৌকাগুলিকে উটে দিয়ে প্রতিশোধ নেয়।

ডলফিন সম্বন্ধে নানা রকম প্রবাদ আছে। Plutarch লিখেছেন—ডলফিন নিঃস্বার্থভাবে

ধাত্তী হিসাবে ঘুরে বেড়ায়। প্রসবের দীর্ঘ দিন পরেও ধাত্তী তিমি বাচ্চাদের যত্ন করে। এরা ঘন্টার ত্রিশ মাইল হিসাবে ছুটতে পারে এবং সমুদ্রের জলে এক রকম সাংকেতিক শব্দ করে। এই শব্দের প্রতিধ্বনি অহুসরণে এরা জলের নীচে লুকানো পাহাড়-পর্বত ও বিপদসঙ্কুল স্থানগুলির



৩নং চিত্র
৩০ থেকে ৪০ ফুট দীর্ঘ শিকারী তিমি

বাহুবলকে জালবাসে। Jack Denton Scott (১৯৫৫) লিখেছেন—জিল বেকার নামী একটি ১৩ বছরের বালিকা হঠাৎ নিউজিল্যান্ডের উপকূলে সমুদ্রের জলে বাঁপিয়ে পড়ে ডলফিনের পিঠে চড়ে

অবস্থান নির্ধারণ করে। প্রবাদ আছে—সমুদ্রধাত্তী অনেক জাহাজকে এভাবে তারা পথ দেখিয়ে নিরাপদ স্থানে নিয়ে যায়। ক্লোরিডা বিশ্ববিদ্যালয়ের Dr. Winthrop N. Kellogg-এর মতে, এদের

শব্দের প্রতিসরণ নির্ণয়ের ক্ষমতা মাছের তৈরি
যন্ত্রের চেয়ে অনেক শক্তিশালী। Dr. Jhon C.
Lilly টেপ-রেকর্ডের সাহায্যে এদের ভাষা
অনুলীলনে ব্যাপৃত আছেন।

এতদিন কুকুর, বানর, পায়রা ইত্যাদি প্রাণীকে
মাছের অনেক বুদ্ধিসাধ্য কাজে লাগিয়েছেন।
এবার করাসী প্রতিরক্ষা দপ্তর বিজ্ঞানীদের

বাধ্য হয় এবং জিভটি তখন কামড়ে টেনে ছিঁড়ে
বের করে ফেলে। দেখা গেছে, মৃত তিমিদের মধ্যে
অনেকেরই জিভ নেই।

তিমি শিকার—মাছের নিজেদের প্রয়োজনে
তিমি শিকার করে। তিমি-শিকার যদিও প্রায়
হাজার বছর ধরে প্রচলিত, তথাপি এটি তীব্র
দুঃসাহসিক কাজ। উপস্থিত বুদ্ধি ও সাহসের



4নং চিত্র
55 থেকে 60 ফুট দীর্ঘ স্পার্ম তিমি

সাহায্যে ডলফিনকে উপযুক্ত শিক্ষা দিয়ে জলের
প্রহরীর কাজ করাবার কথা ভাবছেন। শত্রু-
পক্ষীর কোন ডেঙ্করার অথবা ডুবুরি গুলুচর
যুদ্ধ বন্দরের আনাচে-কানাচে ঘুরছে কিনা—
এই সংবাদ শিক্ষাপ্রাপ্ত ডলফিন আগেই জানিয়ে
দেবে। এই ব্যবস্থা সফল হলে প্রাণী-জগতের
এই আশ্চর্য জীবটি সম্বন্ধে বিজ্ঞানীদের কৌতূহল
আরও বেড়ে যাবে।

দরকার হয় তিমি শিকারে—ডাক্তার বসে বসে
হস্তী, বাঘ, সিংহ শিকার সে তুলনার অনেক
সহজ।

নীল তিমির দোহে অসাধারণ শক্তি। Roy
Chapman Andrews লিখেছেন—Captain
Melsom একবার সাইবেরিয়ার উপকূলে তিমি
শিকারের সময় তিমিটিকে গাঁখে ফেলবার সঙ্গে
সঙ্গে সামনের দিকে ঘন্টার 40 থেকে 45



5নং চিত্র
6 থেকে 10 ফুট দীর্ঘ গ্যাঞ্জোটিক ডলফিন

তিমির শত্রু মাছের আর তাদের স্বজাতি—
শিকারী তিমি। শিকারী তিমিরা অত্যন্ত
বড় তিমির মুখের উপর এমনভাবে দংশন
করতে থাকে যে, আক্রান্ত তিমি মুখ খুলতে

মাইল গতিবেগে চলমান জাহাজটিকে পিছনের
দিকে ঘন্টার 8 সামুদ্রিক মাইল গতিবেগে টেনে
নিরে 7 ঘন্টা ছুটে বেড়ায় (1 সামুদ্রিক মাইল—
2025 গজ)। আর একবার নরওয়ের উপকূলে

শিকার করতে গিয়ে তিনি বিকেল ৫টার একটি নীল তিমিকে গঁথে ফেলেন। সামনের দিকে পূর্ণ গতিতে চলমান জাহাজটিকে আহত তিমিটা পিছন দিকে রাত ১১টা পর্যন্ত টেনে নিয়ে ছুটে বেড়ায়। তারপর জাহাজের গতি অর্ধেক কমানো হলে রাত একটা পর্যন্ত জাহাজটিকে টানতে থাকে। অবশেষে ক্লান্ত হয়ে রাত দুটার সময় মৃত্যুবরণ করে।

১৯০০ শতাব্দীতে সাধারণতঃ খোঁচ, বলম, টাঙ্গী, কুঠার প্রভৃতি অস্ত্র দিয়ে তিমি শিকার করা হতো। তীরের কাছে তিমিরা যখন খাসক্রিয়ার জন্তে বাতাস নিতে ভেসে উঠতো, তখন শত শত আদিবাসী শিকারী ঝাঁপিয়ে পড়তো এবং তাদের হত্যা করে তীরে টেনে আনতো। ১৫৫৭ থেকে ১৭০০ শতাব্দী পর্যন্ত ব্রিটিশ ও ডাচ শিকারীগণ তিমি শিকারের জন্তে বড় বড় নৌকা এবং ২০০ টন পর্যন্ত মালবাহী জাহাজ ব্যবহার করতো। প্রতিটি শিকারী জাহাজে ৫০ থেকে ৬০ জন লোক থাকতো এবং নানারকম অস্ত্রশস্ত্র ও দড়ি প্রভৃতি সঙ্গে নেওয়া হতো। এভাবে শিকারী জাহাজগুলি আটলান্টিক, প্রশান্ত মহাসাগর ও ভূমধ্যসাগরে ঘুরে বেড়াতো। পরবর্তী যুগে আমেরিকাও এই কাজে যোগ দেয়। আধুনিক যুগে নানানভাবে সজ্জিত বড় বড় জাহাজ এই কাজে ব্যবহার করা হয়।

১৭০০-১৯০০ শতাব্দীর মধ্যে তিমিকে মাছের কাজে লাগাবার জন্তে নতুন নতুন বন্দর ও শিল্প প্রতিষ্ঠান গড়ে ওঠে। বর্তমানে সারা বিশ্বে বছরে মোট চল্লিশ হাজার তিমি শিকার করা হয়।

মানব সভ্যতায় তিমি—(১) ষাণ্ড হিসাবে তিমির মাংস জাপান, নরওয়ে, ব্রুটেন প্রভৃতি দেশে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। পরীক্ষা করে দেখা গেছে, এদের মাংসে শতকরা ৭৪ ভাগ প্রোটিন আছে।

(২) তিমিশিল্প পরিচালনাই তিমি শিকারের মূল উদ্দেশ্য। এই শিল্পের সঙ্গে জড়িয়ে আছে ছোট-বড় কলকারখানা। তিমিশিল্প থেকে সাধারণতঃ তিমির তেল বের করা হয়। একটি বড় তিমি থেকে প্রায় ১০০ ব্যারেল তেল এবং এক টনের উপর হাড় পাওয়া যায়। শিল্পে এই দুটিরই প্রয়োজন অত্যন্ত বেশী এবং বাজার দরও যথেষ্ট। তিমির তেলে রান্না, বাতি জালানো, সাবান তৈরি, যন্ত্রপাতি চালানো প্রভৃতি কাজ হয়। তিমির হাড় থেকে সার ও অন্যান্য দ্রব্যাদি প্রস্তুত হয়।

১৯৪৬ সালে বিশ্বের তিমি-শিকার সংস্থাগুলির এক সভা হয় এবং তিমিকুলকে রক্ষা করবার জন্তে শিকার ব্যবস্থাকে নিয়ন্ত্রণ করে কতকগুলি আইন প্রণয়ন করা হয়—যাতে তিমিকুল পৃথিবী থেকে একেবারে অবলুপ্ত না হয়।

গণিতের জন্ম

শ্রীবিষ্ণু দাস

গণিত হলো বিজ্ঞানীর হাতের সোনার কাঠি, যার ছোঁয়ায় বিজ্ঞান-জগতের কেউ এগিয়ে যায় সমুদ্রের পথে, আবার কারোর উপর আসে ছুঁব আর হত্যা। দেখাটে বলেছেন—মাণটা সংখ্যায়, শব্দে বা আকারে যে ভাবেই হোক না কেন, বিজ্ঞানীকে গবেষণার শেষ অঙ্কে পৌঁছুতে হলে গণিতের সাহায্য নিতেই হবে কোন না কোন ভাবে। গত সপ্তদশ এবং অষ্টাদশ শতাব্দীতে গণিতের নতুন কতকগুলি হাতিয়ার এসেছে বিজ্ঞানীদের হাতে।

লগারিদম্ (Logarithm) এমনি একটি হাতিয়ার, যার আবিষ্কারে বিজ্ঞানীর কাজ হয়েছে অনেক হাল্কা। এই প্রক্রিয়ার গুণ এবং ভাগের কাজ অপেক্ষাকৃত সহজ বোঝা ও বিরোধের সাহায্যে করা সম্ভব। যে কোন সংখ্যার বর্গমূল, ঘনমূল ইত্যাদি নির্ণয় করা যায় কেবল সাধারণ ভাগের সাহায্যে। সাধারণ লগারিদম্ বা ত্রিগস্-এর লগারিদম্ প্রক্রিয়ার দশ সংখ্যাটিকে বলা হয় আধার বা Base। 100 সংখ্যাটিকে আমরা 10^2 লিখতে পারি অনায়াসে। 10-এর মাধ্যমে 2 শক্তি বা সূচক সংখ্যাটিকে বলা হয় লগারিদম্ বা সংক্ষেপে লগ্ (Log)। 1000 সংখ্যাটিকে লেখা যায় 10^3 এবং 3 সংখ্যাটিকে বলা হয় 1000-এর লগারিদম্। তাহলে 100-কে 1000 দিয়ে গুণ করতে হলে 100-এর লগারিদম্ 2 এবং 1000-এর লগারিদম্ 3 বোঝা করলেই হয়ে যাবে, অর্থাৎ গুণফল হবে $10^{2+3} = 10^5$ বা 100,000। লগারিদমের তালিকা থেকে আমরা যে কোন সংখ্যার লগারিদম্ বের করতে পারি এবং নানা ক্ষেত্রে প্রয়োগ করতে পারি সেই কলাফল।

জন নেপিয়ার নামে মার্সিটোনের একজন ব্যারণ প্রথম লগারিদম্ আবিষ্কার করেন। তিনি 1550 সাল থেকে 1617 সাল পর্যন্ত বেঁচেছিলেন। প্রায় ঐ একই সময়তে Joost Buerge নামে একজন সুইজারল্যান্ডবাসী গণিতজ্ঞ (জন্ম 1552; মৃত্যু 1632) পৃথকভাবে লগারিদম্-এর আর একটি পদ্ধতি আবিষ্কার করেন। জন নেপিয়ার তাঁর 'The Description of the marvellous cannon of literature' গ্রন্থে প্রথম নিজের আবিষ্কারটি প্রকাশ করেন 1614 সালে। গ্রেসাম কলেজের গণিতের অধ্যাপক হেনরী ত্রিগস্ জন নেপিয়ারের পদ্ধতিকে চরম উৎকর্ষ দান করার জন্যে বথেষ্ট সাহায্য করেন। ইনি সম্ভবতঃ 1561 সাল থেকে 1631 সাল পর্যন্ত বেঁচেছিলেন। 1624 সালে প্রকাশিত অধ্যাপক ত্রিগস্-এর 'Arithmetic of Logarithm' বইতে 30,000 সংখ্যার লগারিদম্ সমন্বিত একটি সারণী (Table) প্রকাশ করেন। বর্তমানে লগারিদম্ বিজ্ঞানী এবং গণিতজ্ঞদের কাছে বড় বড় অঙ্ক সংক্ষেপিত করার একটি অপরিহার্য যন্ত্র বিশেষ।

এছাড়া, নেপিয়ার বড় বড় হিসাব সহজে করার জন্যে আর একটি উপায় আবিষ্কার করেন। এটাকে বলা হয় 'নেপিয়ারের অস্থি'। এতে কতকগুলি খাঁজকাটা দণ্ডের সাহায্যে অতি সহজেই গুণ, ভাগ ইত্যাদি করা যায়।

বর্তমান কালে যন্ত্রের সাহায্যে হিসাবণও অভ্যস্ত সহজে করার উপায় আবিষ্কৃত হয়েছে। এদের মধ্যে সবচেয়ে সরল যন্ত্রটির নাম অ্যাবাকাস (Abacus বা Counting Frame)। এটি

আবিষ্কৃত হয়েছে বহু দিন আগেই। হিসাব করবার প্রথম যন্ত্রটি আবিষ্কৃত হয় সপ্তদশ শতাব্দীতে। ১৬৪০ সালে প্রকাশিত 'Mathematical Discipline' বইতে Cierman দাবী করেন যে, তিনি একটি হিসাব করবার যন্ত্র উদ্ভাবন করেছেন, কিন্তু বইতে তিনি সে যন্ত্রের কোন বর্ণনা দেন নি। বলে ব্যাপারটা পরবর্তী কালের গণিতজ্ঞদের কাছে সন্দেহজনক বলে মনে হয়েছে। ১৬৪২ সালে পাঙ্কেল যোগ করবার যন্ত্র উদ্ভাবন করেন এবং সেটি এখনও বর্তমান। পাঙ্কেল এবং পরবর্তী কালে মোরল্যাণ্ড এবং লেবনিজ্ কর্তৃক উদ্ভাবিত যন্ত্রগুলির কোনটাই যন্ত্র বিচারের মাপকাঠিতে চরম উৎকর্ষের আসনে প্রতিষ্ঠিত হতে পারে নি। উৎকৃষ্ট যন্ত্র আবিষ্কৃত হয় এর অনেক পরে।

দেকার্টের (René Descartes) আবিষ্কৃত স্থানাঙ্ক-জ্যামিতি (Analytical Geometry) গণিতের ক্ষেত্রে একটি উল্লেখযোগ্য সংযোজন। এই জ্যামিতির প্রতিপাদ্য বিষয় হলো দুটি বা তিনটি স্থির তলের সাহায্যে কোন এটি বিন্দুর অবস্থান নির্ণয়। ঘরের ছপাশের দুটি দেয়াল এবং উপরের ছাত, এই তিনটি স্থির তলের সাহায্যে তিনি উদ্ভূত মাহির অবস্থান নির্ণয় করতে গিয়ে উন্মুক্ত করলেন গণিত রাজ্যের এক নতুন দ্বার, অসংখ্য ক্ষেত্রে যার ব্যবহার। লেখচিত্র (Graph) এমনি একটি অতি পরিচিত ক্ষেত্র।

Differential Calculus গণিতের ক্ষেত্রে আর একটি অতি পরিচিত এবং প্রয়োজনীয় হাতিয়ার। এর প্রথম পরিকল্পনার কৃতিত্ব কেপ্লার এবং ক্যাভেলিয়ার নামে গ্যালিলিওর এক শিষ্যের। পরে নিউটন এবং জার্মেনী লেবনিজ্ একে ব্যবহারের উপযোগী রূপ দান করেন। ক্যালকুলাসের কারবার অতি ক্ষুদ্র সংখ্যা (Infinitesimal) নিয়ে, গণিতের সাধারণ উপায়গুলির সাহায্যে বা করা সম্ভব নয়।

তারপর সপ্তদশ শতাব্দীতে এক জুরার টেবিলে

প্রথম উৎপত্তি হলো সম্ভাব্যতার সূত্র (Theory of Probability)। পারস্যের এক সম্রাট বংশীয় জুরাডী Chevalier de Méré কিভাবে সম্ভাব্য ক্ষেত্রে বাজী রেখে জুরা খেলার জেতা ব্যয়, তার উপায় আবিষ্কারের জন্তে পাঙ্কেলের (Blaise Pascal) সাহায্যপ্রার্থী হন। পাঙ্কেল প্রথমে সমস্যাটি নিয়ে দিশাহারা হয়ে পড়েন এবং সেকালের একজন বিখ্যাত গণিতজ্ঞ কারমেটের (Piere Fermat, জন্ম ১৬০১, মৃত্যু ১৬৬৫) সঙ্গে বিবরণটি আলোচনা করেন চিঠির মাধ্যমে। এই পত্রালাপের ফলেই জন্ম হলো সম্ভাব্যতার নিয়ম (Law of Probability)। আধুনিক বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে সম্ভাব্যতার সূত্র একটি অতি গুরুত্বপূর্ণ স্থান গ্রহণ করেছে। নানা প্রাকৃতিক ঘটনার কি ঘটতে পারে, সেই সম্ভাবনা নির্ণয় করা হয় এই সূত্রের সাহায্যে।

পরিসংখ্যান পদ্ধতির (Statistical Method) উৎপত্তি সপ্তদশ শতাব্দীতে। প্রথম দিকে একে বলা হতো রাজনৈতিক পাটীগণিত। এই পদ্ধতির উদ্ভাবক সার উইলিয়াম শেটা (জন্ম-১৬২৩, মৃত্যু-১৬৮৭)। শাসন বিভাগ, পালিয়ামেন্ট ইত্যাদির কাজের সুবিধার জন্তে সংবাদ সংগ্রহের রূপ নিয়ে রাজনৈতিক পাটীগণিতের ব্যবহার আরম্ভ। এতে ব্যষ্টির চেয়ে সমষ্টিগতভাবে জিনিষের আলোচনাই করা হয় প্রধানতঃ। এটা বুঝতে দেরী হলো না যে, কোন বস্তু বা জাতির প্রত্যেকটি পৃথক পৃথকভাবে বর্ণনা দেবার চেয়ে সমষ্টিগতভাবে সমস্ত জিনিষগুলির বর্ণনা দেওয়া সহজ। অবশ্য একথা ঠিক যে, কোন নির্দিষ্ট অঞ্চলের নির্দিষ্ট সংখ্যক লোক গড়ে এক বছরের বেশী বাঁচবে না। কিন্তু তার অর্থ এই নয় যে, বিশেষ কোন এক ব্যক্তি ঠিক এক বছর পরেই মারা যাবে।

পরিসংখ্যান পদ্ধতির একজন প্রধান পথ-প্রদর্শক হচ্ছেন লণ্ডনের ক্যান্টেন জন গ্রাউ

(জন্ম 1620, মৃত্যু 1674)। সম্ভবতঃ 1662 সালে সার উইলিয়াম পেটীর সাহায্যে ইনি 'Natural and Political Observations on Bills of Mortality' নামে একটি উল্লেখযোগ্য গ্রন্থ প্রকাশ করেন। মৃত্যুর পরিসংখ্যান বলতে প্রধানতঃ বোঝাতো সাপ্তাহিক জন্ম-মৃত্যুর হার। মৃতের সংখ্যা এবং মৃত্যুর কারণ ইত্যাদি লিপিবদ্ধ করতো বৃদ্ধা মহিলারা। এঁদের বলা হতো অস্থ-সন্ধানকারী। এই সব বিবরণ 1603 সালের লন্ডন শহরের প্লেগ মহামারির পর থেকেই রাখা হচ্ছে। এই বিবরণগুলি প্লেগ, মারাত্মক ব্যাধি, হতাহত ইত্যাদি বিভিন্ন শিরো-নামার তালিকার আকারে তৈরি করা হতো। ক্যান্টেন গ্রাণ্টই প্রথম ব্যক্তি, যিনি এই সমস্ত তালিকা এবং সংখ্যা বিশ্লেষণ করে নগরী এবং গ্রামের মঙ্গলের জন্য সেগুলি কত দূর সাহায্য করতে পারে, তা নির্ণয় করে দেখানো। অনেক-গুলি বড় বড় বিজ্ঞানিকের গ্রন্থকে কতকগুলি সংখ্যাময় তালিকার রূপান্তরিত করে গ্রাণ্ট

বুঝতে পারেন যে, পুরুষের চেয়ে নারীর জন্মহার কত বেশী, শিশুর মৃত্যুর হার গ্রামের তুলনায় শহরে কত বেশী ইত্যাদি। গ্রাণ্ট ঐ তালিকার সাহায্যে হিসাব করে দেখান যে, সপ্তদশ শতাব্দীতে লন্ডনে শতকরা 36টি শিশুর মৃত্যু হয়, 6 বছর বয়স হবার আগেই।

পেটী এবং গ্রাণ্ট-এর সময় থেকেই বিজ্ঞানের বহু সমস্তা সমাধানের কাজে লাগানো হচ্ছে পরিসংখ্যান পদ্ধতিকে। এঁরা বিজ্ঞানীদের হাতে তুলে দিয়েছেন এমন একটি হাতিয়ার, যার সাহায্যে তাঁরা পদার্থবিজ্ঞা, রসায়নশাস্ত্র, জীব-বিজ্ঞান ইত্যাদি বিষয়ের গবেষণাকল্প কলাকলগুলি সহজেই পরীক্ষা করে মূল্যবান মন্তব্য করতে পারেন। পরিসংখ্যান পদ্ধতির প্রধান প্রয়োগ 'জীব পরিসংখ্যানে' অর্থাৎ জন্মের হার, মৃত্যুর হার, জনসংখ্যার হ্রাস-বৃদ্ধি ইত্যাদি তালিকাভুক্ত করবার কাজে। একটা কথা মনে রাখা দরকার যে, পরিসংখ্যান পদ্ধতি বৈজ্ঞানিক সত্যকে যাচাই করে মাত্র, কিছু আবিষ্কার করে না।

সঞ্চয়ন

যন্ত্রের সাহায্যে জলকে ধাতব পদার্থ থেকে মুক্ত করবার ব্যবস্থা

বহু নদী-নালা থাকলেও এবং কোন কোন অঞ্চলে প্রচুর বৃষ্টিপাত হলেও ভারতে যে জলা-ভাব রয়েছে, তা সামগ্রিক দৃষ্টি নিয়ে বিচার করে দেখলে স্পষ্টতাবেই প্রতিভাত হবে। তিন দিকে সমুদ্রবেষ্টিত ভারতের সমুদ্রোপকূলবর্তী এলাকার জল লবণাক্ত এবং ভূগর্ভে সঞ্চিত জলের মধ্যে রয়েছে নানা প্রকার ধাতব পদার্থ। ভূগর্ভে সঞ্চিত জল ও সমুদ্রের উপকূলবর্তী জলকে সম্ভার লবণ ও ধাতব পদার্থ থেকে মুক্ত করতে পারলে এই জলের সাহায্যে ভারতের শস্ত উৎপাদন প্রচুর

পরিমাণে বাড়ানো যেতে পারে এবং এর ফলে বিপুল অর্থনৈতিক সমৃদ্ধিও সম্ভব হতে পারে।

জলকে ধাতব পদার্থ থেকে মুক্ত করবার সহজ পদ্ধতি আমেরিকার উদ্ভাবিত হয়েছে। সম্প্রতি ভারত সরকারের সেক্টাল ওয়াটার অ্যাণ্ড পাওয়ার কমিশনের ডেপুটি ডিরেক্টর এন. সি. রাওল এই বিষয়ে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে যে সকল ব্যবস্থা অবলম্বিত হয়েছে, তা পরিদর্শনের উদ্দেশ্যে সে দেশে গিয়েছিলেন। জলসম্পদ উন্নয়নের ক্ষেত্রে ইনি একজন বিশেষজ্ঞ। লবণাক্ত এবং ধাতব

পদার্থযুক্ত জল বিতৃষ্ণ করবার জন্তে মার্কিন বিজ্ঞানীরা ‘রেভাস’ অসমোনিস প্রোসেস’ নামে এক প্রকার পদ্ধতি গ্রহণ করেছেন। এই পদ্ধতিতে জল বিতৃষ্ণ করবার খরচও কম পড়ে। এই পদ্ধতিতে জলকে ধাতব পদার্থ থেকে মুক্ত করবার ছোটখাটো যন্ত্রও তৈরি করেছেন।

মিঃ রাণ্ডাল এই প্রসঙ্গে আরও বলেছেন যে, ভারতের যে সকল অঞ্চলে ভূগর্ভে সঞ্চিত জল লবণাক্ত এবং ধাতব পদার্থযুক্ত, সে সকল এলাকার নলকূপের সঙ্গে এই যন্ত্রটিকে কাজে লাগানো যেতে পারে। বিশেষ করে রাজস্থান এবং সমুদ্রোপকূলবর্তী এলাকার এই যন্ত্রটি খুবই কাজে লাগতে পারে বলে তাঁর ধারণা।

আমেরিকার বিতৃষ্ণ জল উৎপাদন ও বিভিন্ন ক্ষেত্রে বিতৃষ্ণ জলের ব্যবহার নিয়ে যে পরীক্ষা-নিরীক্ষা ও গবেষণা চলেছে, তা দেখে আসবার এবং এই বিষয়ে শিক্ষা গ্রহণের উদ্দেশ্যেই তিনি সেখানে গিয়েছিলেন। কেবলমাত্র পানীর হিসাবেই নয়, কসল উৎপাদনে, সেচ পরিকল্পনা রূপায়ণে তাপ-বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপাদনে, কংক্রিট নির্মাণে যে জল ব্যবহৃত হয়, তার বিতৃষ্ণতা বজায় রাখা একান্ত প্রয়োজন। এই বিষয়টি বিশ্লেষণ করে তিনি বলেন—অনেক সময়েই দেখা গেছে যে, সেচের জলে নানা রকমের লবণ থাকে। এই সকল লবণ শস্তের পক্ষে ক্ষতিকর। সংরক্ষিত ভাণ্ডারে বহুকাল ধরে জল সঞ্চিত থাকাই এর কারণ। সুতরাং শস্তের ক্ষেতে প্রয়োগ করবার পূর্বেই জলের গুণাগুণ পরীক্ষা করে দেখা কর্তব্য।

জলের গুণাগুণ পরীক্ষা করা ছাড়া জলাধারে যে জলানি পড়ে, নদী ও প্রান্তরিনীর তীর

যে মাটি ও গাদ জমে, সে সকল বিষয়ে তথ্য সংগ্রহের জন্তে আমেরিকার যে সব কার্যকরী ব্যবস্থা অবলম্বিত হয়েছে, মিঃ রাণ্ডাল তা দেখেছেন। ঐ সকল বিষয়ে তিনি পর্যালোচনা, তথ্যায়ুসন্ধান এবং তথ্য সংগ্রহ করেছেন।

এছাড়া ফ্রাই অ্যাশ বা অদাহ ছাই সম্পর্কেও তিনি অনেক কিছু জেনে এসেছেন। আমেরিকা ও জাপানে বাঁধ এবং বাড়ীঘর নির্মাণে ‘ফ্রাই অ্যাশ’ প্রচুর পরিমাণে ব্যবহার করা হচ্ছে। মিঃ রাণ্ডাল বলেন, ঐ ছিটি প্রধান শিল্পায়ত রাষ্ট্র যদি সিমেন্টের বদলে অদাহ ছাই ব্যবহার করতে পারে, তবে আমরাই বা পারবো না কেন? তাতে খরচও অনেক কম পড়বে। আশি মিসি-সিপির তিজ্রবার্গের জলপথ সংক্রান্ত পরীক্ষা-মূলক কেষ্টটি দেখে এসেছি। সেখানে ছাই দিয়ে বিরাট নির্মাণ-কার্য চলেছে এবং কিস্তাবে ছাই কাজে লাগানো যেতে পারে, তার পছন্দ উদ্ভাবিত ও মান নিরূপিত হয়েছে।

মিঃ রাণ্ডাল এই প্রসঙ্গে আরও বলেন যে, সিমেন্টের বদলে ছাই ব্যবহার করলে ঘরবাড়ী ইত্যাদির নির্মাণের খরচ শতকরা ৩০ থেকে ৪০ ভাগ হ্রাস পাবে এবং ছাইয়ের কংক্রিটে তৈরি বাড়ীঘর ও বাঁধ মজবুতও হবে অনেক বেশী। গত বিশ বছরের মধ্যে ভারতে বহু বাঁধ নির্মিত হয়েছে, এখনও তৈরি হচ্ছে এবং জল উন্নয়ন ও জল-বিদ্যুৎ উৎপাদনের বহু পরিকল্পনাও ইতিমধ্যে করা হয়েছে। এজন্তে প্রচুর পরিমাণে অর্থ বিনিয়োগ করতে হবে। সুতরাং সেগুলি নির্মাণের খরচ এবং জলাধারের স্থায়িত্বের দিকটাও বিবেচনা করে দেখা প্রয়োজন। এই বিষয়টিও বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ।

লেসার কারিগরীর বিশ্বায়কর সম্ভাবনা

কারিগরীর ক্ষেত্রে লেসার রশ্মি নানাতাবে প্রযুক্ত হলেও অদূর ভবিষ্যতেই আরও বিভিন্ন ক্ষেত্রে তার অগ্রগতির সম্ভাবনা দেখা যাচ্ছে।

আশা করা যায়—একবিংশ শতাব্দীতে কারিগরীর বহু ক্ষেত্রেই তার আবিপত্য বিস্তৃত হবে।

সংবাদ পরিবহনের বিশ্বায়কর ক্ষমতার ফলে লেসার রশ্মি বোণাযোগ ব্যবহার ক্ষেত্রে পুরোভাবে এসে দাঁড়িয়েছে। অনেক শহরের টেলিকোন ব্যবহার ইতিমধ্যেই তারের বদলে হিলিয়াম ও নিওন লেসার রশ্মি ব্যবহৃত হচ্ছে। আর লেসার রশ্মির উপর মহাকাগতিক দৃষ্টি বাস্তব হতে চলেছে। দূর আকাশে প্রেরিত উপগ্রহের সঙ্গে পৃথিবীর বোণাযোগ ব্যবস্থা লেসারের সাহায্যে করা যেতে পারে এবং তা বেশী নির্ভর-যোগ্য এবং তাতে খরচও কম। নিরমিতভাবে পৃথিবী এবং চাঁদের দূরত্ব নির্ণয়ের ক্ষেত্রেও লেসার রশ্মি ব্যবহৃত হতে পারে।

যানবাহন চলাচলের নিরাপত্তা ও নিরাপদ বিমান অবতরণের জন্তে এবং অন্তান্ত্র প্রয়োজনেও লেসার রশ্মি ব্যবহৃত হতে পারে।

সুদূর মহাকাশে লেসার বোণাযোগ ব্যবহার এক রোমাঞ্চকর ভবিষ্যৎ তৈরি হচ্ছে।

সংবাদ প্রেরণের পুরনো প্রথা ক্রমশঃ একটা সীমাবদ্ধতার মধ্যে এসে দাঁড়িয়েছে। তাতে একটু রাস্তাই খোলা আছে—সেটা হলো প্রেরক-যন্ত্র এবং এরিয়ারের ব্যাসের কমতা বাড়ানো।

কেউ কেউ মহাকাশখানে 30 মিটার এরিয়ার বসাবার এবং 100 ওয়াট ইন্টেনসিটিকে নিরমিত করে লাগাবার কথা ভাবছেন।

অতএব মহাকাশযান মহাশূন্যের যত গভীরে

প্রবেশ করবে, লেসার বোণাযোগ ব্যবহার প্রয়োজনীয়তা ততই বৃদ্ধি পাবে।

এই বিষয়ে কোন সন্দেহ নেই যে, আগামী 20 বছরে মহাকাশে দূরপাল্লার লেসার বোণাযোগ-ব্যবস্থা স্থাপিত হবে।

বিজ্ঞানীরা লেসার বিকিরণ নিয়ন্ত্রিত তাপ-পারমাণবিক একীভবনে সফল হয়েছেন। তাপ-পারমাণবিক একীভবন পারমাণবিক বিভাজনের শক্তি উৎসের চেয়ে বেশী কার্যকরী।

সময়সূচী নিয়ন্ত্রিত করার যে সম্ভাবনা লেসার রশ্মি দেখিয়েছে, তার ফলে বিজ্ঞানীরা বৃহদাকার লেসার তৈরির পরিকল্পনার উৎসাহিত হয়েছেন, যাতে লেসার বিকিরণের সঙ্গে বস্তুর পারস্পরিক সম্পর্কের বিষয়ে গবেষণা চালানো যায়।

শল্যবিভাজ্য, চক্ষু-চিকিৎসা এবং অন্তান্ত্র চিকিৎসার ক্ষেত্রে লেসার সাকল্যের সঙ্গে প্রযুক্ত হয়েছে। এসব ক্ষেত্রে তার যথেষ্ট ভবিষ্যৎ সম্ভাবনাও রয়েছে।

তথ্য এবং দলিল ইত্যাদির ক্ষেত্রেও লেসারের কার্যকারিতা প্রমাণিত হয়েছে। এসম্পর্কে সর্বাধিক উল্লেখযোগ্য হলো, তথ্য এবং দলিলকে পুরাপুরি স্মৃতিতে রাখবার পদ্ধতি। এই পদ্ধতিতে যে সব তথ্য ও সংবাদ স্মৃতিতে ধরে রাখা হয়, তা নষ্ট বা বিকৃত হয় না।

পড়া এবং লিপিবদ্ধ করার শক্তিবৃদ্ধি এবং গতিবৃদ্ধির ফলে মানুষের স্মৃতির হিসেব করার পদ্ধতিতে বিরাট পরিবর্তন এনেছে।

আধুনিক ইলেকট্রনিক কম্পিউটার খুবই শক্তিশালী যন্ত্র। কিন্তু তার অগ্রগতি ব্যাহত হচ্ছে অন্তান্ত্র উপায়ে মনুষ্যতার জন্তে। সমস্ত তথ্যকে যদি স্মৃতিতে পুরাপুরি ধরে রাখা যায়, তাহলে টেপ, ডিস্ক প্রভৃতি বস্তুর আর প্রয়োজন হবে না।

তার কলে দলিল পড়া, স্মৃতি চেনা, অণুচিত্র, দ্বিগুণ রঙীন চিত্র তৈরি, মেশিন এবং যোগাযোগ ব্যবস্থার উন্নতি সম্ভব হবে। এই পদ্ধতিতে স্মৃতিকে নানারকম ইঞ্জিনিয়ারিং গবেষণার কাজে লাগানো হচ্ছে; যেমন—কাচ, ইস্পাত এবং বাড়ী তৈরির ক্ষেত্রে।

এই পদ্ধতিতে খাত্তর কয় অণুবীক্ষণ যন্ত্রের চেয়ে আরো ভালভাবে ধরা যায়, কারণ কয় সূক্ষ্ম হবার অনেক আগে থেকেই তার লক্ষণগুলি এই পদ্ধতিতে ধরা পড়ে।

এই পদ্ধতিতে নতুন টেলিভিসন সেট তৈরি করা হলে তাতে দ্বিগুণবিশিষ্ট রঙীন ছবি দেখা

যাবে। লেসারের সাহায্যে খুব শক্ত জিনিষ তৈরি করাও সম্ভব।

লেসার কোন কিছু নিয়ন্ত্রণ করতে, জটিল অণুচিত্র তৈরি করতে এবং সবেগে ঘূর্ণায়মান বস্তুকে না থামিয়ে তার ভাবসাম্য রক্ষা করতে পারে। লেসার পদ্ধতির উন্নতি নতুন সম্ভাবনার দিক উন্মুক্ত করে দিয়েছে।

স্থানীয় আবহাওয়া নিয়ন্ত্রণ, হিমালী-সম্প্রপাত আয়তাবহীন করা এবং খুব কার্যকরীভাবে দূর-পাল্লার বেতার বৈদ্যুতিক শক্তির মারফৎ সংবাদ প্রেরণের কথাও চিন্তা করা যায়।

অ্যাপোলো-১৪-এর সাহায্যে সংগৃহীত চান্দ্রশিলার বৈজ্ঞানিক বিশ্লেষণ

আমেরিকার জাতীয় বিমান বিজ্ঞান ও মহাকাশ সংস্থা একটি ঘোষণার জানিয়েছেন যে, আমেরিকার তৃতীয় চন্দ্রাভিযান কালে অ্যাপোলো-১৪ যানের বাতী মহাকাশচারী এডগার মিসেল ও স্টুয়ার্ট রুশা চন্দ্রপৃষ্ঠ থেকে যে সকল চান্দ্রশিলা ও ধূলা সংগ্রহ করে পৃথিবীতে নিয়ে এসেছেন, তা ভারত, যুক্তরাজ্য, ফ্রান্স, ক্যানাডা, পশ্চিম জার্মানী, সুইজারল্যান্ড, অস্ট্রেলিয়া, জাপান, দক্ষিণ আফ্রিকা, ব্রাজিল, কিনল্যান্ড, হল্যান্ড, ইটালী ও নরওয়ে—এই চৌদ্দটি রাষ্ট্রের মধ্যে বন্টন করা হবে। ঐ সকল রাষ্ট্রের ৪১টি বিশ্ব-বিদ্যালয়ের ৫৬টি বৈজ্ঞানিক গোষ্ঠী এই সকল উপকরণের বৈজ্ঞানিক বিশ্লেষণ এবং ঐ সকল উপাদান সম্পর্কে তথ্যগ্রন্থসন্ধান করবেন। মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের ৬৫টি বৈজ্ঞানিক গোষ্ঠীকেও গবেষণা ও তথ্যগ্রন্থসন্ধানের জন্যে এই সকল উপকরণ সরবরাহ করা হবে। ৪২৬ কিলোগ্রামের মধ্যে মোট

৬৪ কিলোগ্রাম চান্দ্র উপকরণ মার্কিন ও ঐ চৌদ্দটি রাষ্ট্রের বৈজ্ঞানিক গোষ্ঠীকে দেওয়া হবে।

তাছাড়া ৩ আউন্স পরিমাণ চান্দ্র উপকরণ বৈজ্ঞানিক তথ্যগ্রন্থসন্ধানের উদ্দেশ্যে সোভিয়েট রাশিয়াকেও সরবরাহ করা হবে। মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র ও সোভিয়েট রাশিয়ার মধ্যে ১৯৭১ সালে সম্পাদিত একটি চুক্তি অনুসারে চান্দ্র উপাদান সোভিয়েট রাশিয়াকে সরবরাহ করা হচ্ছে। সোভিয়েট রাশিয়াও ১৯৭০ সালে অরৎচালিত সুনিক যন্ত্রের সাহায্যে চন্দ্রপৃষ্ঠ থেকে যে সকল উপাদান সংগ্রহ করে পৃথিবীতে নিয়ে এসেছে, তার মধ্যে তিন আউন্স মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রকে সরবরাহ করবে।

গত কয়েকশাব্দী যাবৎ মানুষমানুষি চন্দ্রপৃষ্ঠ থেকে আনা এই সকল উপকরণ প্রাথমিক পরীক্ষার উদ্দেশ্যে ফিউটন গবেষণাগারে সম্পূর্ণ পৃথক করে রাখা হয়েছে। প্রাথমিক পরীক্ষার

পর প্রমাণিত হয়েছে যে, এই সকল উপাদানের মধ্যে প্রাণের চিহ্নমাত্র (কোন জীবাণু বা ভাইরাস) নেই। পৃথিবীর মাছের পক্ষে বিপজ্জনক কোন কিছুও এই সকল উপাদানের মধ্যে পাওয়া যায় নি।

সংস্থা এই প্রসঙ্গে বলেছেন যে, মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র ও বিভিন্ন দেশের 187টি গোষ্ঠীর 700 বিজ্ঞানীর মধ্যে তাঁদের ক্রা মরো এলাকা থেকে আনা চাক্স যুক্তিকা ও শিলা বকেন করা হবে। বিজ্ঞানীরা ঐসব উপাদানের ভৌত, রাসায়নিক ও আলোক-বিজ্ঞান সংক্রান্ত গুণাগুণ নিয়ে পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালাবেন।

1969 সালে অ্যাপোলো-11 তাঁদের নিজস্ব সন্ধান থেকে এবং 1970 সালে অ্যাপোলো-12

বাটিকা সমূহ এলাকা থেকে যে সকল উপাদান পৃথিবীতে নিয়ে এসেছিল, তাও পৃথিবীর নানা দেশের বিজ্ঞানীদের মধ্যে তথ্যমূল্যবোধের উদ্দেশ্যে বিলি করা হয়েছে।

অ্যাপোলো-14-এর মাধ্যমে ক্রা মরো এলাকা থেকে তাঁদের সংগৃহীত উপাদানসমূহ বিভিন্ন দেশের বহু বিজ্ঞানী হিউস্টনে এসে সংগ্রহ করছেন অথবা ঐ সকল উপাদান যাতে ধোয়া না যায়, তার জন্তে ঐ সকল দেশের মার্কিন দূতাবাসের মাধ্যমেও পাঠানো হচ্ছে।

রাসায়নিক বিশ্লেষণ পদ্ধতির মাধ্যমে অথবা আইসোটোপের সাহায্যে এই সকল উপাদানের বয়স নিরূপণের চেষ্টা করা হচ্ছে।

ব্রেক

দীপ্তিকুমার সেন

যানবাহনে যে ব্রেক ব্যবহার করা হয়, তার বৈজ্ঞানিক বাস্তবিক কৌশলগুলি খুব সরল হলেও চমকপ্রদ। সাইকেল থেকে আরম্ভ করে লোকো-মোটিভ ইঞ্জিন প্রভৃতিতে বিভিন্ন প্রকারের যে সব ব্রেক ব্যবহৃত হয়, সেগুলির মূল কথা হলো এই যে, চলন্ত চাকার সঙ্গে কোনও বস্তুকে চেপে ধরলে ঘর্ষণের ফলে ওই যানের গতি ক্রমশঃ শূন্য হয়ে আসে। চাকার সঙ্গে যে অধঃস্থচাকার বস্তুটিকে চেপে ধরা হয়—তাকে বলা হয় শু (Shoe)। এই শু-এর সঙ্গে এমন একটি বস্তু লাগানো থাকে, যার সঙ্গে ঘর্ষণের ফলে চাকার কোনও ক্ষয়-ক্ষতি হয় না—ক্ষয় হয় শু-তে লাগানো সেই বস্তুটির। এর নাম দেওয়া হয়েছে শু-লাইনিং। এই লাইনিং-রিফিলিংয়ের সময় লক্ষ্য রাখা দরকার, যাতে ঘর্ষণজনিত তাপে চাকার কোন ক্ষতি না হয়;

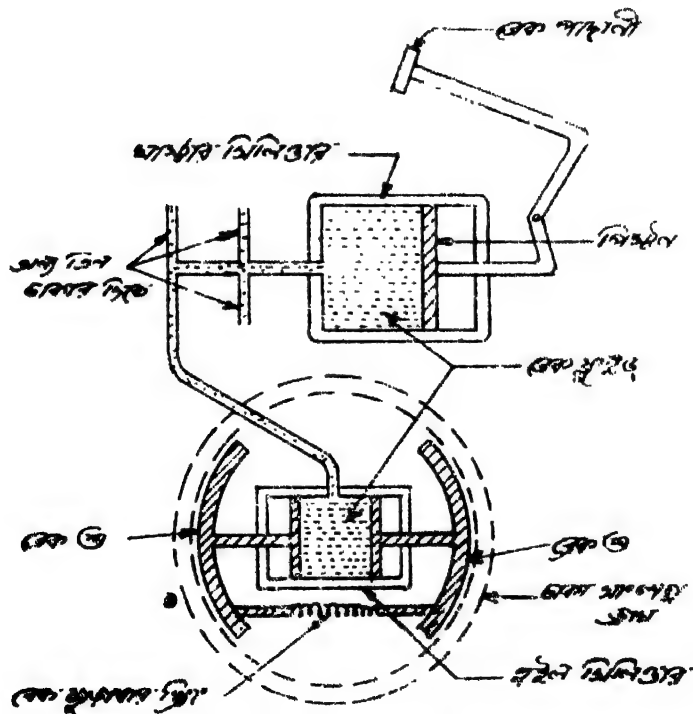
অর্থাৎ ক্ষতির সবটুকু যেন লাইনিং-এর উপর দিয়েই যায়। ক্ষয় গেলে লাইনিং বদল করে নেওয়া যেতে পারে। হাল্কা যানবাহনে রবার অথবা কাপড়ের লাইনিং এবং ভারী যানে টালাই লোহা ব্যবহার করা হয়। ব্রেক কি ধরনের হবে, সেটা নির্ভর করে গাড়ীর গতিবেগ ও ওজনের উপর। সাইকেলের মত ব্রেক দিয়ে অবশ্য একটি ট্রাকের বেগ কমানো যায় না। তাছাড়া চালকের গায়ের জোরও সীমিত। একটি মাছের গায়ের জোরে একটি ঘোড়ার গাড়ী বা ট্রেন থামানো সম্ভব নয়। এই অসুবিধা দূর করার জন্তেই নানা রকম ব্রেক উদ্ভাবিত হয়েছে। তবে এই প্রকার-ভেদের মূল ব্যাপার হচ্ছে—গাড়ীর চালকের হাত বা পায়ের কাছে ব্রেক প্রয়োগ করার যে বস্তুটি থাকে—সেই বস্তুটি থেকে কি ভাবে ব্রেক-শু পর্যন্ত বল পরিবাহিত হয়ে থাকে, তারই রকমের

এবং চালক কম বল প্রয়োগ করলেও যেভাবে সেই বল বহুগুণিত হয়ে ব্রেক-স্ক-তে পৌঁছায়।

হাইড্রলিক ব্রেক—বহু পাত্রস্থিত জলের কোনও এক জায়গায় চাপ দিলে সেই চাপ জলের সর্বত্র পরিবাহিত হয়ে সমান তীব্রতার পাত্রের দেয়ালের প্রতিটি অংশে চাপ দেয়। প্যাস্কালের এই সূত্র অনুসারেই করা হয়েছে হাইড্রলিক ব্রেক প্রভৃতি।

হাইড্রলিক ব্রেকের মূল কথা হলো—গাড়ীর চালক যখন ব্রেক-পাদানীতে (পেডালে) পায়ের চাপ দেয়, তখন লিভারের সাহায্যে সেই চাপ একটি পিস্টনের উপর প্রযুক্ত হয়। (চিত্র-১)। যে সিলিণ্ডারের মধ্যে এই পিস্টনটি

প্রতিটি চাকার একটি করে সিলিণ্ডার থাকে—এগুলির নাম হুইল সিলিণ্ডার। প্রতিটি হুইল সিলিণ্ডারে দু-দিকে দুটি পিস্টন থাকে। চার চাকার চারটি হুইল সিলিণ্ডার পাইপের সাহায্যে মাষ্টার সিলিণ্ডারের সঙ্গে সংযুক্ত থাকে। ব্রেক ফ্লুইড—এই চারটি হুইল সিলিণ্ডার, সংযোগকারী পাইপ ও মাষ্টার সিলিণ্ডারের মধ্যে আবদ্ধ থাকে। ব্রেক-পাদানীতে চাপ দেবার ফলে মাষ্টার সিলিণ্ডারের পিস্টন অগ্রসর হয় এবং ব্রেক ফ্লুইডের উপর চাপ দেয়। এই চাপ (প্যাস্কালের সূত্র অনুযায়ী) ব্রেক ফ্লুইডের মধ্য দিয়ে প্রতিটি হুইল সিলিণ্ডারে সঞ্চারিত হয় এবং সেগুলির মধ্যে অবস্থিত পিস্টনগুলির উপর বল প্রয়োগ করে।



১নং চিত্র—হাইড্রলিক ব্রেক

থাকে, তার নাম মাষ্টার সিলিণ্ডার অর্থাৎ হুইল সিলিণ্ডারের পিস্টন দুটি পাশের দিকে প্রধান সিলিণ্ডার। মাষ্টার সিলিণ্ডারের মধ্যে সর্বতে বাধ্য হয় এবং তাদের সঙ্গে সংযুক্ত ব্রেক-থাকে ব্রেক ফ্লুইড বা ব্রেক অয়েল। তাছাড়া ও দুটি চাকার ড্রামের উপর চেপে বসে। এর

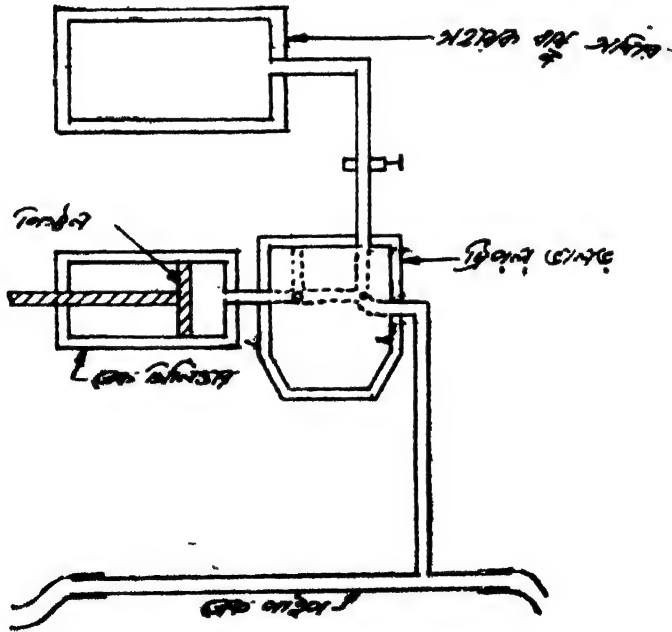
কলে ব্রেক-ও ও চাকার ড্রামের মধ্যে ঘর্ষণের ফলে গাড়ীর বেগ হ্রাস পায়।

পাওয়ার ব্রেক—বড় ও ভারী গাড়ী (বেসন—ভারী ট্রাক) বাসাবার জন্তে ব্যবহার করা হয় পাওয়ার ব্রেক। এগুলি প্রায় সর্বাংশেই হাইড্রলিক ব্রেক, তথাৎ কেবল এই যে, পাদানীতে চালকের পায়ের চাপ সোজাহুজি মাটির সিলিঙারে প্রযুক্ত না হয়ে শুধুমাত্র একটি ভ্যাকুয়াম সিলিঙারের মুখ খুলে দেয় এবং এই সিলিঙারের পিষ্টন তখন মাটির সিলিঙারের পিষ্টনে চাপ দেয়। ভ্যাকুয়াম সিলিঙারের বিকল্প হিসেবে উচ্চ চাপবিশিষ্ট বায়ুপূর্ণ সিলিঙারও ব্যবহার

হয়, পাওয়ার ব্রেকে প্রয়োজন হয় তার চেয়ে অনেক কম।

এয়ার ব্রেক—এয়ার ব্রেক ও ভ্যাকুয়াম ব্রেক—এই দুই প্রকার ব্রেকের বিশেষত্ব হচ্ছে এই যে, উভয় ক্ষেত্রেই বায়ুর চাপের ফলেই ব্রেক কার্যকরী হয়, মাল্লবের হাত বা পায়ের শক্তির ভূমিকা সামান্যই।

বৈজ্ঞানিক ট্রেনে সাধারণতঃ এয়ার ব্রেক ব্যবহার করা হয়। প্রতিটি ট্রেনে একটি করে প্রধান বায়ু-আধার থাকে। বায়ু উচ্চ চাপে এই আধারের মধ্যে রাখা হয়। এই চাপের পরিমাণ প্রতি বর্গইঞ্চিতে 80 থেকে 90 পাউণ্ড। ট্রেনের প্রতিটি



২য় চিত্র—এয়ার ব্রেক

করা হয়। বড় বড় ট্রাকে এজন্তে ব্রেক প্রয়োগের সময় বাতাস নিঃসরণের শব্দ পাওয়া যায়। সাধারণ হাইড্রলিক ব্রেক অপেক্ষা পাওয়ার ব্রেকের ক্ষমতা বেশী; অর্থাৎ হাইড্রলিক ব্রেকে চালকের পায়ের যে পরিমাণ চাপের প্রয়োজন

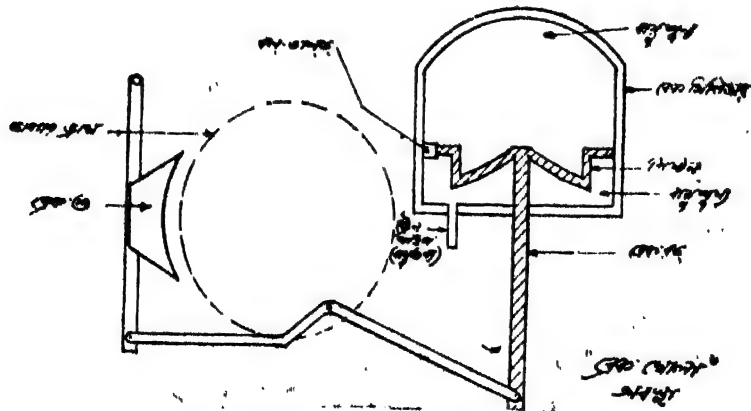
কোচে একটি করে সহায়ক বায়ু-আধার থাকে। ট্রেনের প্রধান বায়ু-আধার থেকে উচ্চ চাপ-বিশিষ্ট বায়ু ব্রেক পাইপের মাধ্যমে প্রতিটি কোচের সহায়ক বায়ু-আধারে প্রবাহিত হয়ে জমা হয়। সে জন্তে এই ব্রেক-পাইপটি ট্রেনের সম্পূর্ণ দৈর্ঘ্য,

অর্ধাংশ সামনে থেকে পিছন পর্বন্ত প্রসারিত থাকে। ট্রেন থামাবার দরকার হলে ট্রেনের ড্রাইভার বা গার্ড একটি হাতল বা শিকলের সাহায্যে ব্রেক-পাইপে আবদ্ধ উচ্চ চাপবিশিষ্ট বায়ুর বহির্গমনের পথ খুলে দেয়। বৈদ্যুতিক ট্রেনে ব্রেক প্রয়োগ করার সময় এই বায়ু-নিঃসরণের শব্দ পাওয়া যায়। কোনও কারণে ব্রেক-পাইপের বায়ু কিছুটা বেরিয়ে যাওয়ার বায়ুর চাপ আর বেশী থাকে না।

প্রতিটি কোচে সহায়ক বায়ু-আধারে যে উচ্চ চাপবিশিষ্ট বায়ু থাকে, সে বায়ু তখন কাজ করার জন্তে ছুটে আসে। ট্রিপল ভাল্ভে (২নং চিত্র) দু-দিক থেকে যে দুটি পাইপ এসেছে—তার একটি সহায়ক বায়ু-আধার থেকে এবং অল্পটি ব্রেক-পাইপ থেকে। এই দুটি পাইপের মধ্যকার বায়ুর চাপ তখন অসমান। কারণ সহায়ক আধারে বায়ুর চাপ বেশী, ব্রেক-পাইপে (বায়ু-নিঃসরণের কালে) কম। এই অসমান চাপের কালে ট্রিপল ভাল্ভ কার্যকরী হয় ও

চাকার উপর চেপে বসে (চিত্রে দেখানো হয় নি)। স্বয়ংক্রিয় বায়ুপ্রেরক ব্রেক-পাইপ ও প্রধান আধারের বায়ুতে পুনরায় উচ্চ চাপের সৃষ্টি করে।

ব্রেক ছাড়ার দরকার হলে যথাযোগ্য হাতলের সাহায্যে প্রধান বায়ু-আধার থেকে ব্রেক-পাইপের মধ্যে উচ্চ চাপবিশিষ্ট বায়ু পাঠানো হয়। কালে ট্রিপল ভাল্ভ আগের অবস্থায় কিরে আসে, ব্রেক-পাইপ থেকে উচ্চ চাপবিশিষ্ট বায়ু (ট্রিপল ভাল্ভের ভিতর দিয়ে) সহায়ক আধারে প্রবাহিত হয় এবং সহায়ক আধারের বায়ুর উচ্চ চাপের ক্ষয়ক্ষতির পরিপূরণ করে। সেই সঙ্গে ট্রিপল ভাল্ভ আরও একটি কাজ করে—সেটি হলো, ব্রেক সিলিণ্ডারের ভিতর যে উচ্চ চাপের বায়ু প্রবেশ করেছিল, তাকে বাইরে যাবার পথ করে দেয়; ব্রেক-সিলিণ্ডারের ভিতর বায়ুর চাপ কমে যাবার কালে পিস্টনটি স্প্রিং-এর টানে আগের জায়গায় কিরে আসে এবং গাড়ীর চাকা ব্রেকযুক্ত হয়।



৩ (ক) নং চিত্র—ভ্যাকুয়াম ব্রেক : খোলা অবস্থা

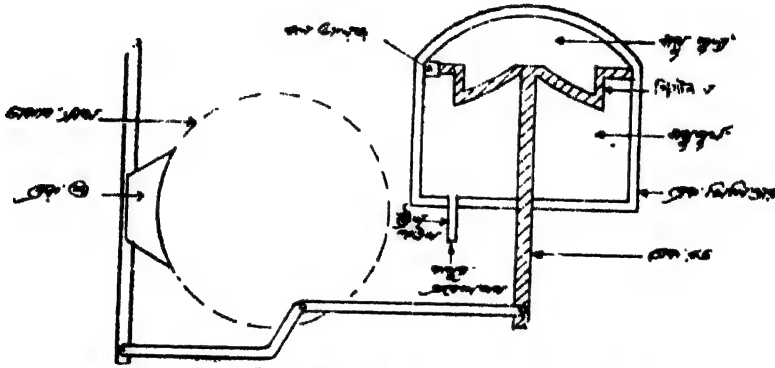
সহায়ক আধার থেকে ব্রেক সিলিণ্ডারের মধ্যে উচ্চ চাপবিশিষ্ট বায়ু প্রবাহিত হয়। এই বায়ুর উচ্চ চাপ ব্রেক-সিলিণ্ডারের পিস্টনকে অগ্রসর হতে বাধ্য করে এবং পিস্টনের সঙ্গে সংযুক্ত ব্রেক-ও

ভ্যাকুয়াম ব্রেক—ট্রেন ও ট্রাম গাড়ীতে সাধারণত: ভ্যাকুয়াম ব্রেক ব্যবহার করা হয়। এই ব্রেকের কার্যক্ষমতা এরার ব্রেকের বিপরীত। ট্রেনের সম্পূর্ণ দৈর্ঘ্যে প্রসারিত ট্রেন-পাইপটি বায়ুশূন্য থাকে।

এই পাইপটি প্রত্যেক কোচের ব্রেক-সিলিণ্ডারের সঙ্গে সংযুক্ত থাকে। সিলিণ্ডারের তিতর পিস্টনের দু-পাশের স্থানই বায়ুশূন্য থাকে। দুটি পাশই বায়ুশূন্য হবার কালে পিস্টনটি নিজের ওজনে নীচে নামা অবস্থায় থাকে ও ব্রেক খোলা থাকে [3 (ক) নং চিত্র]। ড্রাইভার, গার্ড বা যাত্রী হাতল বা শিকলের সাহায্যে যখন ব্রেক প্রয়োগ করে, তখন বাইরের বায়ু বায়ুশূন্য ট্রেন-পাইপে ও পিস্টনের নীচে প্রবিষ্ট হয় [3 (খ) নং চিত্র], সঙ্গে সঙ্গে পিস্টনের নীচের ও

মধ্যস্থিত বায়ু বিভাঙিত করে ত্যাকুয়াম পুনঃপ্রতিষ্ঠিত করা হয়। এই কাজটি করবার জন্তে ট্রাম গাড়ীতে একটি স্বয়ংক্রিয় চোবক-পাম্প ব্যবহার করা হয়। স্টিম ইঞ্জিনে স্টিম প্রক্কেপের দ্বারা এই ত্যাকুয়াম সৃষ্টি করা হয়। ট্রাম গাড়ী ব্রেকমুক্ত করবার সময় যে বায়ু-নিঃসরণ হয়, সেটা হয়তো অনেকটাই লক্ষ্য করে থাকবেন।

উল্লেখযোগ্য যে, ত্যাকুয়াম ব্রেক গতিরোধক চাপের উচ্চ সীমা বায়ুমণ্ডলীয় চাপের সমান (প্রতি বর্গইঞ্চিতে 14.7 পাউণ্ড)। এয়ার-ব্রেক



3 (খ) নং চিত্র—ত্যাকুয়াম ব্রেক : লাগানো অবস্থা

উপরের স্থানের সংযোগকারী বল-তাল্‌ভুটি বন্ধ হয়ে যায়। পিস্টনের নীচের বায়ু পিস্টনের উপরের বায়ুশূন্য স্থানে যেতে পারে না। পিস্টনের নীচে বায়ুর চাপ বেশী হবার কালে পিস্টন উপরের দিকে উঠে যায় এবং গাড়ীর চাকার উপর ব্রেক-শু চাপে বসে।

ব্রেক বিমুক্ত করবার জন্তে ট্রেন-পাইপের

গতিরোধক চাপের পরিমাণ নির্দিষ্ট হয় প্রধান বায়ু-আধারের বায়ুর চাপের মান অনুযায়ী—তার উচ্চ সীমা অনেক বেশী (প্রতি বর্গইঞ্চিতে 80 থেকে 90 পাউণ্ড)।

উপরিউক্ত ব্রেক ছাড়া তড়িৎ-চুম্বকীয় ব্যবহার উপর নির্ভরশীল ব্রেক বৈদ্যুতিক মোটরের গতি-রোধে ব্যবহৃত হয়।

ভারতের মন্দির-নগরী

শ্রীঅবনীকুমার দে*

ভারতের হিন্দু মন্দিরগুলিকে প্রধানত: তিন ভাগে ভাগ করা যেতে পারে; যথা:—

(1) উত্তর ভারতীয়—600 খৃষ্টাব্দ থেকে এখন পর্যন্ত।

(2) মধ্য ভারতীয়—1000 থেকে 1300 খৃষ্টাব্দ পর্যন্ত।

(3) দক্ষিণ ভারতীয় (দ্রাবিড়)—625 থেকে 1750 খৃষ্টাব্দ পর্যন্ত। দক্ষিণের দ্রাবিড় শৈলীর মন্দির স্থাপত্যকে আবার এই অঞ্চলের প্রধান প্রধান রাজাদের রাজত্বকালের সময় অনুসারে পাঁচ ভাগে ভাগ করা যেতে পারে। যথা:—পল্লব (600 থেকে 900 খৃষ্টাব্দ); চোল (900 থেকে 1150 খৃষ্টাব্দ); পাণ্ডীয় (1100 থেকে 1350 খৃষ্টাব্দ); বিজয়নগর (1350 থেকে 1565 খৃষ্টাব্দ) ও মাদুরা (1600 খৃষ্টাব্দ থেকে)।

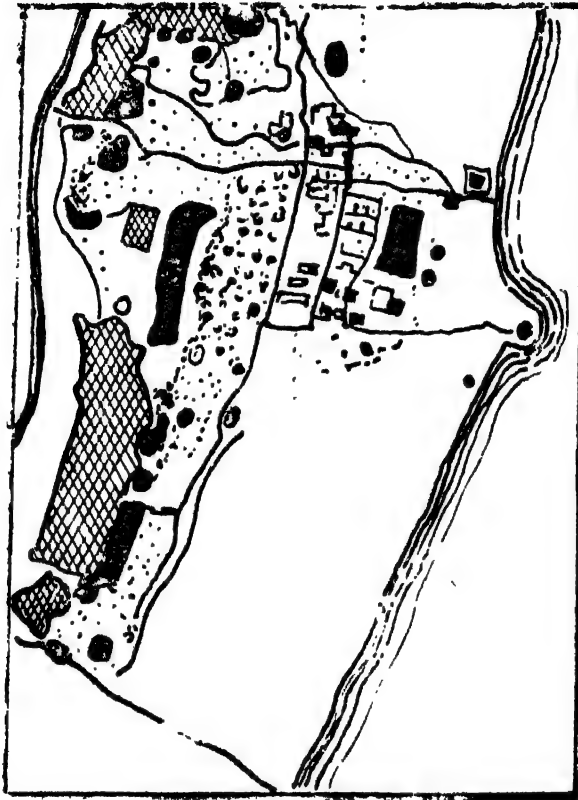
দক্ষিণ ভারতের মন্দির-নগরী—দক্ষিণ ভারতের মন্দির নগরীগুলি দুটি বিশেষ ও আলাদা রকমের ধারায় পরিকল্পিত ও তৈরি হয়েছিল। প্রথম রকমের মন্দির নগরীগুলি মন্দিরের চারদিকে বা বিশেষ একটি দিকে সম্প্রদারণ করা হতো, কিন্তু মন্দিরের প্রাধান্ত বজায় রাখা হতো। পল্লব রাজাদের কাকী ও মহাবল্লীপুরম এই রকমের। রামেশ্বরম ও বিজয়নগরও (হাম্পি) এই শ্রেণীর। দ্বিতীয় রকমের মন্দির নগরীগুলিতে মন্দির থাকতো কেন্দ্রস্থলে আর তার চারদিকে সমকোণীয়ায় আরতাকার বা বর্গাকার ভাবে ক্রমে ক্রমে নগরীকে সম্প্রদারণ করা হতো। সম্প্রদারণ নগরের মন্দিরই থাকতো প্রাচীন কেন্দ্র। মাদুরা, শ্রীরঙ্গম ও দক্ষিণ ভারতের বেশীর ভাগ মন্দির নগরীই এই ধরনের।

মহাবল্লীপুরম—মাদ্রাজ শহর থেকে প্রায় 50 মাইল দক্ষিণে বঙ্গোপসাগরের তীরে অবস্থিত মহাবল্লীপুরম সপ্তম শতাব্দীতে পল্লব রাজাদের প্রাচীন সমৃদ্ধিশালী সামুদ্রিক বন্দর-নগরী ও পোতাশ্রয় ছিল। একে মমল্লাপুরমও বলা হয়। এর অপর একটি প্রচলিত নাম সপ্ত প্যাগোডা। ঐ সময়ে এখানকার সুপ্রসিদ্ধ জল-শয়ন স্বামীর মন্দির বা Shore Temple, সপ্ত প্যাগোডা (বেঙুলি ছিল পাহাড় কেটে তৈরি মন্দিরের অপূর্ব নিদর্শন), অনেকগুলি পাথর কেটে তৈরি করা মণ্ডপ (এদের মধ্যে মহিষাসুর মণ্ডপ বিশেষ উল্লেখযোগ্য), পাথরের গায়ে উঁচু করে খোদাই করা বহু ভাস্কর্য (এদের মধ্যে অজুর্নের তপস্তা সর্বশ্রেষ্ঠ) ইত্যাদি তৈরি করা হয়েছিল।

সমুদ্রতীর বরাবর 2 বা 3 মাইল লম্বা জায়গা নিয়ে এই নগরী বিস্তৃত ছিল। এখানকার উজ্জ্বল সমুদ্র-সৈকত খুব সম্ভব বন্দর ও পোতাশ্রয়রূপে ব্যবহৃত হতো। পশ্চিম দিকের নীচু জমি বোধ হয় জাহাজ তৈরি ও মেরামতির কাজে ব্যবহৃত হতো। এখানে এখন একটি খাঁড় নির্দিষ্ট স্থান আছে। এটি হলো পূর্বদিকে জল-শয়ন স্বামীর মন্দির বা Shore Temple। এখানকার সাতটি মন্দিরের মধ্যে কেবলমাত্র এইটাই সমুদ্রের হাত থেকে রক্ষা পেয়েছে, অন্তর্গত সমুদ্রগর্ভে বিলুপ্ত হয়ে গেছে। এই মন্দিরটি কিন্তু প্রথমে সমুদ্রের এত কাছে ছিল না। ক্রমশঃ সমুদ্র এগিয়ে এসেছে এবং প্রাচীন কালের তৈরি বন্দর ও পোতাশ্রয় এখন সমুদ্রগর্ভে বিলীন হয়ে গেছে।

*নগর ও আঞ্চলিক পরিকল্পনা বিভাগ; বেঙ্গল ইঞ্জিনিয়ারিং কলেজ, শিবপুর।

এই জায়গার উত্তর ও পশ্চিম দিকে কয়েকটি প্রধান রাস্তা দিয়ে সমুদ্রতীরবর্তী মন্দির পর্যন্ত মন্দির, মণ্ডপ ও পাথরের গারে খোদাই করা বাওয়া বেত। উত্তর দিকের মন্দির ও পুষ্করিণী-ভাষ্কর্য আছে। দক্ষিণ দিকে এক-একটি মাত্র গুলিতে বাবার জন্তে অপেক্ষাকৃত ছোট কয়েকটি পাথর থেকে খোদাই করা কয়েকটি রথ-মন্দির রাস্তাও ছিল।



মহাবল্লীপুরম

আছে। সমুদ্র থেকে দূরে আরও পশ্চিম দিকে ছিল প্রাচীন বসবাসের জায়গা। এখন এই জায়গার জেলে ও মন্দির রক্ষণাবেক্ষণের কাজে নিযুক্ত লোকেরা বাস করেন।

প্রাচীন কালে তৈরি রাস্তাঘাটের এখন আর কোন চিহ্ন নেই। তবে অনুমান করা যেতে পারে যে, প্রথমে সমুদ্র-সৈকতের সমান্তরাল একটি প্রধান রাস্তা উত্তর দিকের মণ্ডপ-অঞ্চল থেকে দক্ষিণ দিকের রথ-অঞ্চলের সঙ্গে সংযুক্ত ছিল। এই রাস্তার আলবতাবে বিস্তৃত অপর একটি

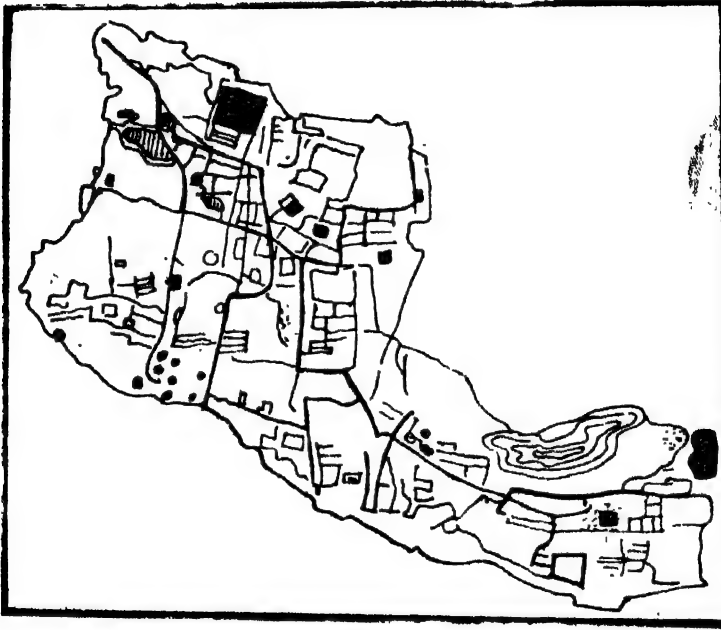
কাঞ্চীপুরম—কাঞ্চীপুরম বা বর্ণ-নগর ভারত-বর্ষের প্রাচীন সাতটি পবিত্র নগরীর মধ্যে অন্যতম। এই জন্তে এর আর একটি নাম দক্ষিণ-কানী। এর আধুনিক নাম কান্ধীপুরম। ষষ্ঠ শতাব্দীর দাক্ষিণাত্যের পুলকেশীর রাজাদের কবি ভারবির নির্যুক্ত কবিতা থেকে জানা যায় যে, কাঞ্চী সেই শতাব্দীর সর্বাঙ্গেকা জুন্দের নগরীগুলির মধ্যে অন্যতম ছিল—“পুন্ড্রবু বাধী, পুন্ড্রবু বিজু, নারীবু রজা, নগরবু কাঞ্চী”।

মাজাজ সহরের দক্ষিণ-পশ্চিমে প্রায় পঞ্চাশ

মাইল দূরে চেজলপুট জেলার কাকী অবস্থিত। প্রাচীনকালে পল্লব রাজাদের রাজধানী ছিল এই কাকী। পল্লব রাজবংশের মহেন্দ্রবর্মণ ও নরসিং-বর্মণ বিজ্ঞোৎসাহী ও কলাবিদ্যার পৃষ্ঠপোষক ছিলেন এবং বহু মন্দির ও মৌখাদি তৈরি করিয়েছিলেন। সেই জন্তে এই নগরী কলা ও জ্ঞানভাণ্ডার মহান কেন্দ্র ছিল। শঙ্করাচার্য, মহান বৌদ্ধ ভিক্ষু বোধিধর্ম প্রভৃতি দার্শনিক ও পণ্ডিতেরা এইখানে বাস করে নিজের নিজের কাজ করেছিলেন।

মন্দির প্রধান। কৈলাসনাথ মন্দিরের স্থাপত্য পল্লব রাজাদের স্থাপত্যকলার বৈশিষ্ট্যের নিদর্শন। একাধরের মন্দিরের গোপূরম দক্ষিণ ভারতের মধ্য সবচেয়ে উঁচু। শিবকাকীর দক্ষিণে বসবাসের জায়গা। নগরের অপর অংশে বরদারাজ পেরুমল মন্দির প্রধান।

প্রাচীন নগর-প্রাচীরের বাইরের দিকে অবস্থিত পরিখাতে নগরের ময়লা জল নিকাশিত হতো। নগরের বাইরে ছিল প্রশস্ত উগ্ধুত স্থান।



কাকীপুরম

এই নগরীর দুটি ভাগ—শিবকাকী ও বিজু-কাকী। শিবকাকী রেল স্টেশনের কাছে অবস্থিত। এর দক্ষিণ-পূর্বদিকে অবস্থিত বিজুকাকী। একটি আকাবাকা প্রশস্ত রাস্তা এই অংশ দুটিকে যোগ করেছে। প্রাচীন নগরের পরিধি ছিল অসং-বিস্তার পনেরো মাইল। রাস্তাঘাটগুলি ছিল আকা-বাকা ও অনিয়মিতভাবে বিস্তৃত।

শিবকাকীতে কৈলাসনাথ মন্দির ও একাধরের

এখানে যুদ্ধের ঘোড়া ও হাতীদের অঙ্গুলীলন করানো হতো। এই সব ঘোড়া ও হাতীর পালকদের বাসস্থান এখানেই ছিল। যে সব কারিগরেরা যুদ্ধের তীর-ধনুক ও অস্ত্রাদি তৈরি করতো, তারাও এইখানে বাস করতো। মন্দিরের চারপাশে চারটি প্রশস্ত রাস্তা ছিল। এই রাস্তাগুলির ধারে মন্দিরের কর্মচারীদের বাসগৃহ ছিল। দেবতার রথ নিয়ে যাবার

রাস্তাটিও ছিল প্রশস্ত। খোলা জায়গার চার-পাশের রাস্তার ধারে বিভিন্ন বর্ণের লোকের বাসস্থান নির্দিষ্ট থাকতো। নগরে বহু পুকুরিগী ছিল। এগুলির চারধারে ছিল ফুল ও কলের বাগান। পুকুরিগীতে পদ্ম ও অস্তান্ত ফুল ফুটে থাকতো। নগরবাসীদের গৃহসংলগ্ন নিজস্ব বাগানে কলা, আম ও কাঁঠাল গাছ ছিল।

নগরের প্রধান প্রধান প্রশস্ত রাস্তার দুই ধারে স্তবিধাজনক জায়গায় বড় বড় গাছ রোপিত ছিল। রাস্তার ধারে ও সংযোগস্থলে আম ও মাধবীলতা রোপিত ছিল। নগরে প্রধান রাস্তাগুলি ছাড়া সরু ও আঁকাবাঁকা গলিও অনেক ছিল।

গৃহ-নির্মাণ করবার ক্ষেত্রে আগুনে পোড়ানো লাল ইট ব্যবহার করা হতো। প্রধান রাস্তাগুলির ধারের বাড়ীগুলির ছাদ ছিল সমতল। বাড়ীর মহিলারা এই ছাদে উঠে উন্মুক্ত বায়ু সেবন করতেন।

বিজয়নগর (হাম্পি)—বেলারী জেলার হস্পেট রেল স্টেশন থেকে আট মাইল দূরে বিজয়-নগরের ধ্বংসাবশেষ অবস্থিত। খ্রীষ্টীয় চতুর্দশ শতাব্দীর প্রথম তৃতীয় দশকে প্রথম হরিহরদেব বিজয়নগরের প্রতিষ্ঠা করেন। ধরপ্রোতা তুঙ্গভদ্রা নদীর দক্ষিণ তীরে বুদ্ধের পক্ষে বেশ উপযুক্ত ও সুবিধাজনক স্থানে নগরটি অবস্থিত। প্রথম কৃষ্ণদেব রায় (1509-29) এখানে বিঠলস্বামী মন্দির, কৃষ্ণস্বামী মন্দির প্রভৃতি সুন্দর সুন্দর মন্দির তৈরি করান। ষষ্ঠদশ শতাব্দীর শেষে মুসলমান ও মারাঠা আক্রমণ হয় এবং বিজয়নগরের পতন ঘটে।

ঐশ্বর্যবিলাসের ক্ষেত্রে প্রাচীন বিজয়নগর একটি বিশ্বব্রহ্মের বস্তু ছিল। তদানীন্তন পর্বটকদের বিবরণ থেকে বিজয়নগরের বিশদ বর্ণনা পাওয়া যায় এবং এর ঐশ্বর্যের কথা জানতে পারা যায়।

প্রাচীন বিজয়নগরের আয়তন ছিল দশ বর্গ মাইল। নগরে দৈনন্দিন সংখ্যা ছিল নব্বই হাজার।

নগরে অসংখ্য দোকান, বাজার ছিল এবং প্রাক্ত বাজারে গহনা, কিংখাব ও অস্তান্ত মূল্যবান সামগ্রী ছাড়াও হীরা, মুক্তা, পাশা প্রভৃতি মূল্যবান দ্রব্যাদি বিক্রী হতো।

ইটালীয় পর্বটক নিকোলো কাস্তি 1421-21 খ্রীষ্টাব্দে বিজয়নগর দেখে বলেছিলেন যে, এই নগরের পরিধি ছিল 60 মাইল ও নগরটি পাহাড়ের ধার পর্বত প্রাচীর দিয়ে ঘেরা ছিল। পটুগীজ পর্বটক পাদ্রাস লিখেছিলেন যে, বিজয়নগর তদানীন্তন রোমের চেয়েও আরও বড় ছিল এবং সেখানে এক লক্ষেরও বেশী বাসগৃহ ছিল। পারস্তের রাজদূত আবদুর রজ্জাক 1442-43 খ্রীষ্টাব্দে বিজয়-নগরে এসে লিখেছিলেন যে, এই শহরের মত এত সমৃদ্ধিশালী শহর পৃথিবীর আর অন্য কোন দেশে আছে বলে তিনি শোনেন নি। তাঁর লেখা থেকে জানা যায় যে, পর পর সাতটি প্রাচীর দিয়ে শহরটি বেষ্টিত ছিল। রাজপ্রাসাদের চারদিকের পরিধা দিয়ে নদীর মত জলপ্রবাহ বয়ে যেত। এই প্রবাহপথ বাকুঝকে পাথর দিয়ে বাঁধানো ছিল। রাজপ্রাসাদের দক্ষিণ দিকে ছিল দেওয়ানখানা, মন্ত্রীদেব মহাকরণ ও চল্লিশটি শুভবিশিষ্ট বিশাল হলঘর। হলঘরের সামনে বাট হাত লম্বা, ছয় হাত চওড়া ও এক মাহুকের চেয়েও উঁচু গালাগাঠীতে রাজকাষের দরকারী দলিলপত্র রাখা হতো। সেখানে লিপিকারেরা বসে দলিলপত্র লিখতেন। এটিকে বলা হতো দক্‌তরখানা।

বিজয়নগরের রাজারা প্রাসাদ, অট্টালিকা, দুর্গ, দেবদেউল, সেচনালা, জলাশয় ইত্যাদি নির্মাণ করতে অজস্র অর্থ ব্যয় করেছিলেন। দেবালয়গুলির মধ্যে বিঠলস্বামীর বিষ্ণুমন্দির, হাজাররামের মন্দির, কাকীপুরমের একাধরনাথ ও বরদারাজের মন্দির ইত্যাদি বিখ্যাত। মাহুয়ার বিখ্যাত সুন্দরেশ্বর-মীনাকী মন্দির ও শ্রীরঙ্গমের রজনাতের মন্দির বিজয়নগরের শেষ পর্বের কীর্তি।

বিজয়নগরের ধ্বংসাবশেষ জুড়ে স্থানটির উত্তর

দিকে অবস্থিত হাম্পি একটি ছোট গ্রাম। এটিই ছিল নগরের প্রসার ও উন্নতিসাধনের কেন্দ্রস্থল। নগরের উত্তর দিক দিয়ে তুঙ্গভদ্রানদী প্রবাহিত। নদীর তীরে উঁচু উঁচু বড় বড় পাথর খাকার ঐ দিকটি সাধারণতঃ সুরক্ষিত ছিল। নদীতীরের চেরে নগরের অত্যন্ত দিকগুলিও আরও বেশী সুরক্ষিত করে তৈরি করা হয়েছিল। এখানকার ধ্বংসাবশেষ দেখে মনে হয় যে, প্রাচীর-ঘেরা নগরের মধ্যে

খানা, কমল মহল, জানানা মহল, সঙ্গীতাহুষ্ঠানের হলঘর, রাণীর স্নানাগার, রক্তস্বামী মন্দির, হাতীশালা, পর্ববেষ্টিত বুদ্ধ ইত্যাদি। নগরের প্রধান প্রবেশদ্বার থেকে উত্তরমুখী তিনটি প্রধান রাস্তা ছিল। প্রথম রাস্তাটি রাজপ্রাসাদের কাছ দিয়ে গিয়ে অচ্যুতরায়স্বামী মন্দির ও বাজার হয়ে নদীতীরের কাছ পর্যন্ত চলে গিয়েছিল। দ্বিতীয় রাস্তাটি রাজপ্রাসাদের পশ্চিম প্রাচীর বরাবর চলে



বিজয়নগর (হাম্পি)

কয়েকটি ছোট ছোট সুরক্ষিত স্থান ছিল। কমপক্ষে দুটি নগর-প্রাচীর ছিল। জায়গাটি উঁচু-নীচু হওয়ার এবং যুদ্ধের প্রয়োজনে নগরের রাস্তাঘাট-বিত্তাস বেশ অনিয়মিতভাবে করতে হয়েছিল। নগরের কেন্দ্রস্থলে ছিল রাজপ্রাসাদ ও অত্যন্ত আত্মরক্ষিক অট্টালিকার বিজয়, বখা—রাজপ্রাসাদ ও দরবার গৃহ, টাকশাল, দৈত্যধাকের বাসভবন, পুলিশ

উত্তরে নদীর কাছে পল্লাপতি স্বামীর মন্দির পর্যন্ত গিয়েছিল। আর তৃতীয় রাস্তাটি রাজ-প্রাসাদের পূর্বদিক দিয়ে নগরের পূর্বদিক বরাবর নদীর ধারে গিয়ে শেষ হয়েছিল। নদীর ধার বরাবর একটি অপ্রশস্ত রাস্তা পল্লাপতি স্বামীর মন্দির, অনন্তশয়ন মন্দির ও বিঠলস্বামী মন্দিরকে যোগ করেছিল। পুরাতন প্রাচীরের উত্তরে ও

পুরাতন খালের দক্ষিণের বাঁধ বরাবর একটি রাস্তা প্রথম তিনটি প্রধান রাস্তাকে আড়াআড়িভাবে বোঁগ করেছিল। এই রাস্তাগুলির এখন চিহ্নমাত্র অবশিষ্ট আছে। নগরের সবচেয়ে উঁচু জায়গায় অবস্থিত পম্পাপতি স্বামীর মন্দির ও তার উঁচু গোপুরম নগরের একটি প্রধান অংশ ছিল এবং সহজেই সকলের দৃষ্টি আকর্ষণ করতো। হাম্পি গ্রাম ও পম্পাপতি স্বামীর মন্দির থেকে নগর ক্রমে দক্ষিণে ও পূর্বে সম্প্রসারিত হয়েছিল।

কৃষ্ণদেব-রায়ের অল্পরোধে গোয়ার তদানীন্তন পত্নীগঞ্জ শাসনকর্তা একজন কুশলী কারিগরকে এখানে পাঠিয়ে দেন। তিনি পাথর দিয়ে তৈরি বাড়ী নির্মাণের কাজে বিশেষ দক্ষ ছিলেন। তিনি বিজয়নগরে ইটের দেয়াল তৈরির কাজে চুনের মশলার ব্যবহার প্রচলন করেন।

নাগালপুর—কৃষ্ণদেব রায় তাঁর মা নাগাঘাট সম্মানার্থে নাগালপুর (নতুন শহর) এবং তাঁর পত্নীর নামানুসারে তিরুমালাদেবীর পদ্ম বা হাম্পেট নগর তৈরি করান।

বিজয়নগরের কাছেই নাগালপুর অবস্থিত ছিল। এই ধরনের নগরকে বলা হতো বাহিরিকা। এটি ছিল বিজয়নগরের শাখা-নগর। প্রধান শহরের লোকসংখ্যা খুব বেড়ে গেলে ঐ বাড়তি লোকের বসবাসের জন্তে শহরের কাছাকাছি শহরতলীতে এই রকম উপনগরী তৈরি করা হতো। বিজয়নগরের সম্প্রসারণের জন্তে নাগালপুর তৈরি করা হয়েছিল। প্রধান শহরের কাছাকাছি ও চারপাশের পাহাড়ের মাঝে দীর্ঘ সজীর্ণ গিরিখাতের মুখে অবস্থিত হওয়ার এটি প্রধান শহরকে রক্ষা করতো। একটি প্রশস্ত রাস্তা প্রধান শহরের সঙ্গে নাগালপুরকে সংযুক্ত করেছিল। পথচারীদের ছাড়া দেবার জন্তে এই রাস্তার দু-ধারে অসংখ্য ছায়াবহল গাছ রোপণ করা হয়েছিল। এই রাস্তার দু-পাশে সারিবদ্ধভাবে গৃহ ও দোকান বিস্তৃত ছিল। সব রকমের জিনিষপত্র

এই সব দোকানে বিক্রী হতো। এই রাস্তার ধারে পাথরের তৈরি একটি মনোরম মন্দির ছিল। এছাড়া আরও অনেক ছোটখাটো মন্দির এই রাস্তার ধারে ছিল।

রামেশ্বরম—ভারতবর্ষের দক্ষিণ-পূর্ব সীমান্তে পক্ষ প্রণালীর উপর অবস্থিত রামেশ্বরম একটি দ্বীপ। রামেশ্বরম নগর ও এধানকার বিখ্যাত শ্রীরামনাথ স্বামীর মন্দির দ্বীপটির উত্তর অংশে অবস্থিত।

উত্তর ভারতের বারাণসী ও দক্ষিণ ভারতের রামেশ্বরম হিন্দুদের অতি পবিত্র তীর্থ স্থান। কথিত আছে যে, সেতু বন্ধন করবার আগে শ্রীরামচন্দ্র এখানে তগবান শিবের পূজা করেছিলেন। পরে লঙ্কার রাজা রাবণকে নিধন করবার পাপ থেকে মুক্ত হবার জন্তে শ্বশুর শ্রীরামচন্দ্র এইখানে আবার দেবাদিদেব শিবের পূজা করেন। সেই জন্তেই নাকি জায়গাটির নাম হয়েছে—রামেশ্বরম।

রামেশ্বরম সমুদ্রতীরবর্তী নগর। এর দৈর্ঘ্য প্রায় 1½ মাইল ও প্রস্থ প্রায় ½ মাইল। মন্দিরের চারধারে প্রাচীন নগর গড়ে উঠেছিল। পূর্ব দিকে সমুদ্র থাকায় সেই দিকে নগরের প্রসার সম্ভব ছিল না। সেই জন্তে নগরটি পশ্চিম দিকে প্রসারিত হয়েছিল।

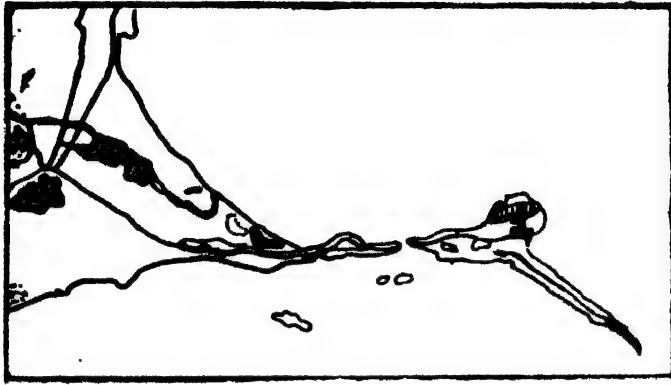
দক্ষিণ ভারতের অন্যান্য মন্দিরের মত এই মন্দিরটিরও প্রধান প্রধান প্রবেশদ্বার ও মন্দিরের চারদিকে চারটি রাস্তা আছে। নগরের অন্যান্য রাস্তাগুলি এই চারটি রাস্তার সমান্তরাল ও আনুষঙ্গিক ছিল। মন্দিরের পশ্চিম প্রবেশদ্বার থেকে রেল স্টেশনকে যুক্ত করে একটি রাস্তা ও মন্দিরের পূর্ব গোপুরম ঘিরে সমুদ্র বরাবর অপর একটি রাস্তা আছে। এই দুটি হলো নগরের প্রাচীন রাস্তা। এই দুটি রাস্তার ধারেই ছিল বাসগৃহ, দোকান, বাজার ইত্যাদি।

কথিত আছে যে, 1173 সালে সিংহলের রাজা পরাক্রমবাহু এখানে একটি মন্দির তৈরি করান। সম্ভবতঃ বর্তমান শ্রীরামনাথ স্বামীর মন্দিরের এই ছিল প্রথম অবস্থা। এই মন্দির

এক যুগে তৈরি হয় নি। পঞ্চদশ শতাব্দীর প্রথমার্ধে এর নির্মাণ-কার্য শুরু হয়ে তা শেষ করতে প্রায় ৩৫০ বছর লেগেছিল।

এই মন্দিরের বিশালতা বিশ্বের উল্লেখ করে। এর পূর্ব গোপুরম ১২৬ ফুট উচু, বিশাল অঙ্গন লম্বায় ১০০০ ফুট ও চওড়ায় ৬৫০ ফুট এবং সমস্ত প্রদক্ষিণ পথগুলির মোট দৈর্ঘ্য ৪০০০ ফুট। মন্দিরের কেন্দ্রস্থলে অবস্থিত রামনাথ স্বামীস্বর সন্নিধি ঘিরে চারদিকের প্রথম প্রদক্ষিণ

উচু স্তম্ভগুলির উপর অবস্থিত বিশাল স্তম্ভের সারি দেখলে সত্যিই বিশ্ব জাগে। পাথরের তৈরি এই স্তম্ভগুলিতে প্রচুর পরিমাণে কারুকার্য করা আছে এবং পৌরাণিক মূর্তিও খচিত আছে। অসীম পরিশ্রম করে ও বৈধব্য ধরে এই মন্দিরের খোদাই কাজ করা হয়েছিল। এই খোদাই কাজের অসামান্য কৃশলতা দেখে বিশ্বের স্তম্ভ হয়ে যেতে হয়। এই মন্দিরে জ্যোতির্বিজ্ঞ শৈলীর স্থাপত্যের সব রকম সৌন্দর্যের চরম উৎকর্ষ দেখা যায়।



রামেশ্বরম

পথ দৈর্ঘ্যে ১৭১ ফুট ৪ ইঞ্চি ও ১৪ ফুট ৭ ইঞ্চি চওড়া এবং প্রস্থে ১১৭ ফুট ১১ ইঞ্চি ও ১৬ ফুট চওড়া। রামেশ্বরম, অস্থান সন্নিধি এবং নন্দী মণ্ডপমণ্ডকে ঘিরে রয়েছে ১৭ ফুট ২ ইঞ্চি চওড়া দ্বিতীয় প্রদক্ষিণ পথ। এটি লম্বায় দিকে ৩৫২ ফুট ১১ ইঞ্চি এবং প্রস্থের দিকে ২৪৪ ফুট। মন্দির চত্বরের প্রধান প্রধান দেবস্থান, পবিত্র কূপ ও পুষ্করিণী ঘিরে রয়েছে ৬৪২ ফুট লম্বা ও ১৫ ফুট ৬ ইঞ্চি প্রস্থ এবং ৩৯৫ ফুট চওড়া ও ১৫ ফুট ৯ ইঞ্চি প্রস্থ বিশাল তৃতীয় প্রদক্ষিণ পথ। এই প্রদক্ষিণ পথের দুই ধারে পাঁচ ফুট

এই মন্দির নির্মাণে খিলানের ব্যবহার দেখা যায় না। স্তম্ভগুলির উপরে লম্বা লম্বা পুরু পাথরের টালি সমান্তরালভাবে বসিয়ে মন্দিরের ছাদ তৈরি করা হয়েছে। খাড়াভাবে রাখা পাথরের টালির উপর সমান্তরালভাবে রাখা পাথরের টালির সাহায্যে মন্দিরের প্রবেশ দ্বারগুলির ছাদ তৈরি করা হয়েছে।

দক্ষিণ ভারতের দ্বিতীয় প্রকারের মন্দির নগরীর বিশিষ্ট উদাহরণ হলো শ্রীরঙ্গম ও মাদুরা। এই রকমের নগরীগুলির বেলায় মন্দিরের চার-দিকে ক্রমে ক্রমে নগরী সম্প্রসারণ করা হতো।

বিজ্ঞান-সংবাদ

অগ্নি-নির্বাণের অভিনব ব্যবস্থা

আগুন নেবানোর জন্তে এক নতুন ধরনের জাহাজ তৈরি হয়েছে। আগুন নেবাবার অতি আধুনিক সরঞ্জামে সজ্জিত গলিমার নামক জাহাজটিকে এখন পশ্চিম জার্মেনীর রাইন নদীতে অগ্নি-নির্বাণনের কাজে ব্যবহার করা হচ্ছে। 22'55 মিটার লম্বা ও 5'80 মিটার চওড়া গলিমার-এর 24টি পাইপ 15 মিনিটের মধ্যে 60 মিটার চওড়া ও 1 কিলোমিটার লম্বা একটি কেনার আবরণ তৈরি করতে পারে। শ্রোতের জলেও কেনার সাহায্যে আগুন নেবানোর এই ব্যবস্থার প্রয়োগ সর্বপ্রথম সম্ভব হলো। এই নতুন অগ্নি-নির্বাণক পদার্থ মাস্‌বের পক্ষে সম্পূর্ণ নিরাপদ। এই জাহাজে 1½ ঘণ্টা অবিরাম কেনা উল্গারের মত রাসায়নিক পদার্থ রাখা থাকে। এর সাহায্যে 60 মিটার দূর থেকেও

বিপদগ্রস্ত জাহাজকে আগুনের হাত থেকে বাঁচানো যায়।

নতুন ধরনের গৃহ

পশ্চিম জার্মেনীর এসেন শহরে 1971 সালের জার্মান গৃহনির্মাণ শিল্পের প্রদর্শনীতে প্রধান আকর্ষণের বিষয় হয়েছিল—গৃহনির্মাণ পদ্ধতির অবলোপ নামে বিশেষ বস্তু। এর সর্বোৎকৃষ্ট উদাহরণ—‘টন’ নামক কেনাজাতীয় সিঙ্কেটিক উপকরণ দিয়ে এক্সিমোদের বাসস্থানের মত ইঙ্গু তৈরি করা হয়। এই উপকরণ স্প্রে করে এক ঘণ্টার মধ্যে 8-10 জনের বাসযোগ্য ঘর তৈরি করা যায়। এই তরল পদার্থটি অতি সহজেই স্থানান্তরিত করা যায় বলে কোথাও 2-4 দিনের ছুটি কাটাতে চাইলে বা কোথাও বিপদগ্রস্ত লোকদের উদ্ধারের পর তাদের বাসের জন্তে এর দ্বারা অতি সহজে ও অল্প সময়ের মধ্যে ঘর তৈরি করে নেওয়া যায়।

কৃষি-সংবাদ

কো-1 জাতের কুমড়ো

কোরোয়াটুরে কৃষি গবেষণা বিশ্ববিদ্যালয়ে কো-1 নামের একরকম নতুন জাতের উচ্চফলনশীল কুমড়ো উদ্ভাবিত হয়েছে। হেক্টর প্রতি এই জাতের ফলন হয়েছে প্রায় 28,000 কিলো।

পর্ষাণ্ড ফলন ভোলবার জন্তে বীজ বোনবার সময় প্রতিটি গর্ভে 25 কিলো ধানার সার, 100 গ্রাম রাসায়নিক সার মিশ্রণ (6:12:12 অল্পপাতে) এবং 50 গ্রাম অ্যামোনিয়াম সালফেট ছাণান দিতে সুপারিশ করা হয়েছে।

কো-1 জাতের কুমড়ো জুন অথবা ডিসেম্বরে

বোনবার পক্ষে উপযুক্ত। আর ফল পাকতে সময় লাগে প্রায় 115 দিন।

তিন রকম নতুন জাতের উচ্চফলনশীল টোম্যাটো

পুথিয়ানার পাজাব কৃষি বিশ্ববিদ্যালয়ে গবেষণার ফলে তিন রকম নতুন জাতের উচ্চফলনশীল টোম্যাটো উদ্ভাবিত হয়েছে। যথাক্রমে তাদের নাম দেওয়া হয়েছে:—1. সিলেকশন 216; 2. কেক রুথ; 3. কেক রুথ-1।

সিলেকশন 216 টোম্যাটো বেশ বড় আকারের

হয়। এর গাছের পাতা ঘন হয় বলে টোম্যাটো-গুলি রোদে কম পোড়ে আর ফাটে কম। এই তিনটি জাতের মধ্যে দেখা গেছে যে, সিলেকশন-1-ই সবচেয়ে বেশী ফলন দেয়। অন্যান্য জাতের চেয়ে এর ফলন প্রায় শতকরা 35 ভাগ বেশী।

কেক রুধ টোম্যাটোও বেশ বড় আকারের হয় আর ফলন দেয় প্রায় শতকরা 15 ভাগ বেশী। আর কেক রুধ-1 টোম্যাটো 5 থেকে 7টি এক সঙ্গে ধোকার ধোকার ফলে আর অন্যান্য জাতের তুলনায় ফলন দেয় প্রায় 30 ভাগ বেশী।

নোনা মাটিতে ধানের চাষ

নতুন দিল্লীর ভারতীয় কৃষি গবেষণা সংস্থার গবেষণার ফলে জানা গেছে যে, নোনা জমির জলের তোড়ে ধুয়ে নিয়ে ধান চাষ করা উচিত। এর ফলে মাটির উপরের নোনা ভাগ জলের সঙ্গে বেরিয়ে গিয়ে মাটিকে ধান চাষের উপযোগী করে তোলে।

তাছাড়া এরকম জমিতে চারা মরে ক গাছ শক্ত হয়ে ভাল ভাবেই বাড়ে এবং বেশী ফলন দেয়। এই সকল জমিতে রাসায়নিক সারের ভাল প্রতিক্রিয়া হয়ে ফলনের হারও শতকরা 21 ভাগ বাড়িয়ে তোলে।

পরীক্ষার আরও জানা গেছে যে, নোনা জমির জলের তোড়ে ধুইয়ে দেবার ফলে না ধোয়া জমির তুলনায় ফলনের হার শতকরা 22 ভাগ বেশী হয়েছে। আর এই রকম জমিতে রাসায়নিক সার ব্যবহার করার ফলন হয়েছে প্রায় 58-59 কুইন্টাল

আর না ধোয়া জমিতে ফলনের পরিমাণ হয়েছে মাত্র 48-1 কুইন্টাল।

কারবারিল ইনজেকশন নারকেলের পোকা দমন করে

কেরালার কায়ানগুলীমে অবস্থিত কেন্দ্রীয় নারকেল গবেষণা সংস্থার একটি সংবাদে জানা গেছে যে, নারকেল গাছের গুঁড়ির চারপাশে কারবারিল ইনজেকশন দিলে সহজেই নারকেল গাছের পোকা দমন করা যায়।

শতকরা 50 ভাগ কারবারিলের 20 থেকে 30 গ্রাম জলীয় মিশ্রণ 1000 থেকে 15000 সি. সি. জলের সঙ্গে মিশিয়ে গাছের আক্রান্ত স্থানগুলিতে ইনজেকশন দেবার সুপারিশ করা হয়েছে। প্রতিটি ইনজেকশনের জন্তে গড়ে খরচ পড়ে মাত্র 20 থেকে 40 পয়সা।

পরীক্ষার আরও জানা গেছে যে, কারবারিল যানবন্দেহের পক্ষেও বিবাক্ত নয় আবার নারকেল গাছের পক্ষেও উপকারী।

উচ্চ ফলনশীল মিষ্টি তরমুজ

লুম্বিয়ানার পাজাব কৃষি বিশ্ববিদ্যালয়ে এক রকম তরমুজ উৎপাদন করা হয়েছে। তার নাম দেওয়া হয়েছে ইমপ্রভুড্ সিপার।

এই নতুন জাতের তরমুজ আমেরিকার সিপারের সগোত্র। এই ইমপ্রভুড্ সিপার পাজাবের তরমুজের চেয়ে বেশী মিষ্টি আবার ফলনও প্রায় শতকরা 55 ভাগ বেশী।

পুস্তক-পর্যালোচনা

চল বাই টাঁদের দেশে—শ্রীযুক্ত অরুণ প্রসাদ
সহ। প্রকাশক: অ্যাসোসিয়েটেড পাব-
লিশিং কোং প্রাইভেট লিঃ, কলিকাতা।
মূল্য: 3.50 টাকা।

1969 সালের 21শে জুলাই মানব সত্যতার
ইতিহাসে একটি অবিশ্রবণীয় দিন। ঐ দিন
ভারতীয় সময় সকাল ৪টা 26 মিনিটে চন্দ্রপুর্ন
মহাকাশচারী নীল আর্মস্ট্রং-এর একটি পদক্ষেপের
মধ্য দিয়ে মানব জাতির এক বিরাট অগ্রগতি
স্বীকৃত হলো, বহু যুগ-সঞ্চিত মায়াবের স্বপ্ন
সম্পূর্ণ হওয়া বাস্তবে। এই ঘটনার পরিপ্রেক্ষিতে
চন্দ্রাভিবান সম্পর্কে বাংলা পত্র-পত্রিকার যেমন
প্রবন্ধাদি প্রকাশিত হয়েছে, তেমনি কয়েকটি
বাংলা বইও আত্মপ্রকাশ করেছে যার সময়ের
মধ্যে। এই প্রসঙ্গে একটি উল্লেখযোগ্য নাম
হলো—‘চল বাই টাঁদের দেশে’।

1957 সালে স্পুৎনিকের ভূ-প্রদক্ষিণ
থেকে শুরু করে মহাকাশ অভিযান যে বিভিন্ন
পর্বারের মধ্য দিয়ে ক্রমশঃ এগিয়েছে, তার প্রথম
গুরুত্বপূর্ণ ধাপগুলি বইটির গোড়ার দিকে
সামঞ্জস্যভাবে বর্ণনা করা হয়েছে; যথা—যেচতা
নামক কৃত্রিম গ্রহের সৃষ্টি, দ্বিতীয় লুনিকের টাঁদে
পৌঁছনো, তৃতীয় লুনিক কর্তৃক টাঁদের অগোচর
দিকের ছবি তুলে পৃথিবীতে তা পাঠিয়ে দেওয়া,
ইঁদুর, কুকুর প্রভৃতি জীবজন্তকে মহাকাশে পাঠিয়ে
পরীক্ষা-নিরীক্ষা করা এবং সেই মহড়ার শেষে
ফুরি গ্যাগারিনের মহাকাশ-বিজয়। রাশিয়ার
এই কৃতিত্বগুলির সঙ্গে আমেরিকা কর্তৃক কৃত্রিম
উপগ্রহ উৎক্ষেপণ এবং অ্যালান শেকার্ড ও
জন গ্লেনের মহাকাশ অভিযানের কথাও সংক্ষেপে
বলা হয়েছে।

অতঃপর মহাকাশ বিজয়ের কয়েকটি মূল
সমস্যার আলোচনা করে সেগুলির সমাধানের
বিষয় সহজভাবে ব্যাখ্যা করা হয়েছে। মহাকর্ষ
ও অভিকর্ষ সম্বন্ধে কয়েকটি প্রাথমিক তথ্য
পরিবেশিত হয়েছে। অভিকর্ষের বাধা পেরিয়ে
মহাকাশ অভিযান সম্ভব হয় যে রকেটের
সাহায্যে, সেই রকেটের ইতিবৃত্ত ও কর্মপদ্ধতি
বইটি থেকে জানা যাবে। মহাকাশ ভ্রমণের
সময় মহাকাশচারীদের জন্তে কৃত্রিমভাবে অক্সিজেন
পরিবেশ সৃষ্টি করার প্রয়োজনীয়তা এবং তা
সৃষ্টি করার উপায় বর্ণনা করা হয়েছে। মহা-
কাশচারীদের জন্তে যে বিশেষ ধরনের শিক্ষার
বিস্তৃত ব্যবস্থা আছে, সে সম্পর্কেও পাঠক একটা
মোটামুটি ধারণা লাভ করতে পারবেন।

চন্দ্রের পরিচয় দান প্রসঙ্গে চন্দ্রপুর্নের প্রকৃতি
ও পরিবেশ এবং সেখানকার বায়ুশূন্যতা,
অপেক্ষাকৃত ঋণ অভিকর্ষজনিত বল, দিন ও রাত্রির
সুদীর্ঘ ব্যাপ্তি, বিভিন্ন সময়ে তাপমাত্রার বিস্তার
ব্যবধান ইত্যাদি উল্লিখিত হয়েছে। চন্দ্র
অভিযানের সার্থকতা সম্বন্ধেও লেখক সংক্ষেপে
আলোচনা করেছেন, তবে সেই আলোচনার
গভীরতার কিছুটা অভাব পরিলক্ষিত হয়।

মহাকাশ অভিযানের গুরুত্বপূর্ণ অধ্যায় হিসাবে
কৃত্রিম উপগ্রহের বাইরে মহাকাশচারীদের পদ-
চারণা এবং পরিচর্যারত অবস্থার সোয়ুজ 4 ও 5-
এর বিলনের পরীক্ষা বর্ণিত হয়েছে। এর পর
রয়েছে টাঁদে মাছ রাখার প্রকৃতি পর্বের শেষ
ছটি অধ্যায়—অ্যাপোলো-8 ও অ্যাপোলো-10
অভিযান। অ্যাপোলো 8-এর মহাকাশচারীরা
চন্দ্রকে কয়েকবার প্রদক্ষিণ করে ফিরে আসেন।
অ্যাপোলো 10-এর দু’জন মহাকাশচারী যুগ

মহাকাশযান থেকে একটি 'টানের তেলার' চড়ে টানের 10 মাইলের মধ্যে গিয়ে টানকে ভালভাবে পর্যবেক্ষণ করে এসেছিলেন।

টানে মাঘবার জন্তে ঝাঁরা নির্বাচিত হন, তাঁরা কেমনভাবে কৃত্রিম চাত্র পরিবেশে বারবার মহড়া দিয়ে নিজদের প্রস্তুত করে নেন, সংক্ষেপে তা উল্লেখ করবার পর অ্যাপোলো-11 অভিযানের মাধ্যমে মাস্কের চত্রে অবতরণের ঐতিহাসিক ঘটনাটি বিস্তারিতভাবে লিপিবদ্ধ করা হয়েছে।

উপসংহারে লেখক জুল ভার্নের 1865 সালে প্রকাশিত 'পৃথিবী থেকে টানের দিকে' নামক কাহিনীটির অবতারণা করেছেন। টানে বাওয়ার বাস্তব ঘটনার সঙ্গে শতাব্দিক বছর আগেকার ঐ কাহিনীর এমন মূলগত সাদৃশ্য রয়েছে যে, দূরদর্শিতার একটি আশ্চর্য উদাহরণ হিসাবে তা সবিশেষ উল্লেখযোগ্য।

পরিশিষ্টে টান সম্বন্ধে কয়েকটি তথ্য পরিবেশিত হয়েছে।

লেখকের বর্ণনাত্মক সাবলীল ও চিত্তাকর্ষক—শেষের অধ্যায়গুলি সম্পর্কে একথা বিশেষভাবে প্রযোজ্য। তাঁর বর্ণনার অঙ্গ হিসাবে মহাকাশ-চারীদের কথোপকথনের উদ্ধৃতিগুলির সার্থক প্রয়োগ লক্ষ্যণীয়। তবে বইটিতে ঘটনাবলীর বর্ণনা বতটা সাবলীল, বৈজ্ঞানিক ব্যাখ্যাগুলি সাধারণতঃ তত প্রাঞ্জল নয়—কয়েকটি স্থানে ঐ ব্যাখ্যা খানিকটা অস্পষ্ট থেকে গেছে।

চিত্রবাহুল্য বইটির একটি অন্ততম আকর্ষণ। 'চল বাই টানের দেশে' নামক যে রঙীন চিত্রটি প্রথমেই দৃষ্টি আকর্ষণ করে, তার সরল ও সতেজ ভাবটি বইখানির সর্বত্রই প্রায় পরিব্যাপ্ত হয়ে

আছে। চিত্র 32, চিত্র 44 প্রভৃতি চিত্রগুলি সপ্রশংস উল্লেখের দাবী করতে পারে। তবে একথা বলতে হয় যে, চিত্র 1 ও চিত্র 25-এর মত কয়েকটি চিত্রের ব্যাখ্যা বর্ণেট বা বর্ণাযথ হয় নি। চিত্র 1-এ অ্যাক্টিনার কথা বলা হয়েছে, কিন্তু অ্যাক্টিনা কাকে বলে বা তার কাজ কী, সে সম্বন্ধে কিছুই বলা হয় নি।

বইটির কয়েকটি অংশে রচনার শৈথিল্য পরিলক্ষিত হয়। সেগুলি সম্পর্কে এখন সংক্ষেপে আলোচনা করা যেতে পারে।

গাছ থেকে আপেল পড়া দেখে তাই নিয়ে চিন্তা করতে করতে নিউটন মহাকর্ষের বিষয় আবিষ্কার করেন (পৃষ্ঠা 18-19)—এই ধরনের অতিসরলীকরণ মোটেই বাছনীয় নয়, বিশেষতঃ বিজ্ঞানের পুস্তকে। বিজ্ঞানের আবিষ্কার সাধারণতঃ ওভাবে হয় না এবং মহাকর্ষ-স্থলের আবিষ্কারও ঠিক ঐভাবে হয় নি। আপেল পড়বার ঘটনাটি সত্য হোক বা না হোক, একথা নিঃসন্দেহে বলা চলে যে, কোপার্নিকাস, কেপ্লার প্রমুখ পূর্বসূরীদের পর্যবেক্ষণমূলক জ্ঞানের বর্ণাযথ বিশ্লেষণই ছিল প্রধানতঃ নিউটনের মহাকর্ষ-স্থল আবিষ্কারের মূলে।

পৃথিবীর আকর্ষণ বোঝাতে মাধ্যাকর্ষণ ও অতিকর্ষ, দু'টি শব্দই ব্যবহৃত হয়েছে। বিজ্ঞানের বইতে একই অর্থে একটি পরিভাষা ব্যবহার করাই কাম্য।

29নং পৃষ্ঠার লিখিত " $\omega = m \times g$ ", এই স্থলে m যে ভর, তা উল্লেখ করবার দরকার ছিল।

অ্যাপোলো-11 অভিযান শুরু হয় রথযাত্রার দিন এবং ঐ অভিযানের বাজীরা পৃথিবীতে

কিরে আসেন উন্টোরথের দিন। এই সম্পর্কে লেখক বইটির ভূমিকার লিখেছেন, “কী বিচিত্র যোগাযোগ, আর কী গভীর তাৎপর্যপূর্ণ! এর মধ্যে বিধাতার কী অমোঘ ইঙ্গিত লুকিয়ে রয়েছে তা কে জানে?” যোগাযোগ হয়তো সত্যই বিচিত্র, কিন্তু তার মধ্যে গভীর তাৎপর্য দেখতে পাওয়া বা বিধাতার অমোঘ ইঙ্গিতের সন্ধান করা বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর পরিচায়ক নয়। বাস্তবিকই যদি তাৎপর্য, ইঙ্গিত ইত্যাদি থাকতো, তাহলে যে দেশে রথযাত্রা-উৎসব পালিত হয়, সেই দেশের মানুষই কি ঐ অতিথানে পাড়ি দিত না? তা না হয়ে ঐ অতিথানের বাঈ ছিলেন এমন দেশের মানুষ, যে দেশে “মহাপ্রভু জগন্নাথ” স্বীকৃত নন এবং যে দেশের সঙ্গে রথযাত্রা-উৎসবের

কোন সম্পর্কই নেই। বিজ্ঞানকে লোকসঙ্গক বা সরস করবার জন্তে হলেও এমন কিছু লেখা কি উচিত, যা বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গীর পরিপন্থী?

বাহোক, বইটির এই সব ত্রুটি অনেকটা চাঁদের কলঙ্কের মত। এই ধরনের বইয়ের প্রধান উদ্দেশ্য সাধারণ মানুষকে বিজ্ঞান সম্পর্কে উৎসাহিত ও অনুপ্রাণিত করা—সে দিক থেকে লেখকের প্রচেষ্টা বহুলাংশেই সার্থক হয়েছে। বইটি কিশোর-কিশোরীদের উপযোগী করে লিখিত হলেও আবালবৃদ্ধবনিতা এটি পড়ে চম্ভাতিথান সম্পর্কে অনেক কিছু জানতে পারবেন এবং তা বেশ আনন্দের সঙ্গে, একথা নিঃসংশয়ে বলা যেতে পারে।

জয়ন্ত বসু*

କିଶୋର ବିଜ୍ଞାନୀର
ଦମ୍ଭ

ଜ୍ଞାନ ଓ ବିଜ୍ଞାନ

ଜୁନ — 1971

ଚତୁର୍ଦ୍ଦଶ ବର୍ଷ — ଷଷ୍ଠ ସଂଖ୍ୟା



অ্যাপোলো-১৪ এর মহাকাশচারী'দ্বয় অ্যালান সপোর্ট ও এডগার মিসেল ক্রঃ মরে: এলাকার পর্যবেক্ষণ ও পরীক্ষার চাকরির উদ্দেশ্যে চন্দ্রপৃষ্ঠে পদযাত্রা শুরু করেছেন। পিছনে টেলিভিশন ক্যামেরা, যোগাযোগ ব্যবস্থার অ্যান্টেনা এবং চন্দ্র অবতরণের বান প্রভৃতি '৪৪' পাচ্ছে। তৃতীয় মহাকাশচারী দুইটি কন চন্দ্রক্ষে কন্যাও মডিউলে রয়েছেন।

পোষা পায়রার কথা

এক সময়ে আমাদের দেশে অনেকেই সখ করে পায়রা পুষতো, তাছাড়া যুদ্ধ-বিগ্রহের সময় অথবা অগম্য বা দূরবর্তী স্থানে গোপন সংবাদাদি আদান-প্রদানে পোষা পায়রার ব্যবহার প্রচলিত ছিল। আজকাল যোগাযোগ ও সংবাদ আদান-প্রদানের ব্যবস্থার উন্নতি সাধিত হবার ফলে তার অবলুপ্তি ঘটেছে। অবশ্য সময়ে সময়ে এখনও যোগাযোগ করবার জন্তে পোষা পায়রা ব্যবহারের কথা শোনা যায়। তাছাড়া এক সময়ে প্রতিযোগিতামূলক পায়রা ওড়াবার খেলারও বহুল প্রচলন ছিল—আজকালও কোন কোন অঞ্চলে এরূপ প্রতিযোগিতার কথা শোনা যায়।

যাযাবর পাখী অর্থাৎ যে সকল পাখী প্রজনন ঋতুতে হাজার হাজার মাইল দূরবর্তী অথবা দেশে উড়ে গিয়ে ঘর বাঁধে, তারা বছর বছর ঠিক একই স্থানে এসে বসবাস করে। এইরূপ দূরবর্তী স্থানে প্রতি বছর পুরাতন বাসস্থান তারা কেমন করে চিনে নেয়—সেটা এক বিস্ময়কর ব্যাপার। শত শত মাইল দূরে নিয়ে ছেড়ে দিলে পোষা পায়রাও ঠিক এই রকমের অদ্ভুত ক্ষমতার পরিচয় দেয়। পায়রার এই অদ্ভুত ক্ষমতা খুবই কৌতূহলোদ্দীপক।

পোষা পায়রা অনেক সময় যুদ্ধক্ষেত্রে নিয়ে যাওয়া হতো, যুদ্ধের হার-জিতের খবর পাঠাবার জন্তে। তাছাড়া প্রয়োজনীয় চিঠিপত্র আদান-প্রদানের ব্যাপারেও অনেক সময় পায়রার সাহায্য নেওয়া হতো। এখনও অনেকে পায়রা পোষে এবং এরা খুব পোষাও মানে। দ্বিতীয় মহাযুদ্ধের আগেও কলকাতায় পায়রা ওড়াবার প্রতিযোগিতার বহুল প্রচলন ছিল। কিন্তু যুদ্ধের সময় মিলিটারিরা রেসের পায়রা বাজেয়াপ্ত করায় ‘হোমার’ পালন বন্ধ হয়ে যায়। যুদ্ধের সময় শিক্ষিত পায়রাকে গুপ্তচর-বৃত্তির কাজে লাগানো হতো। পায়রার পায়ে ছোট ছোট হালকা ক্যামেরা বেঁধে শত্রুরাজ্যে ছেড়ে দেওয়া হতো। পায়রা যখন শত্রুরাজ্যের উপর দিয়ে উড়ে নিজের আস্তানায় ফিরে আসতো, তখন পায়ে বাঁধা ক্যামেরা খুলে বের করা হতো বিভিন্ন গুরুত্বপূর্ণ স্থানের ছবি। যুদ্ধের পর কিছু পায়রা ক্ষয়-পাওয়া যায় আর তাদেরই বংশধরেরা এখন রেসে নামছে। মিলিটারিদের ভাল জাতের হোমারের সঙ্গে কলকাতার পায়রার সংমিশ্রণ ঘটায় স্টকের উন্নতি ঘটে।

কলকাতায় পায়রার রেসের ক্লাব আছে। এই ক্যালকাটা রেসিং পিজিয়ন ক্লাব প্রতি বছর পায়রার রেসের ব্যবস্থা করেন। ধরা যাক, হাজারিবাগ থেকে কলকাতায় পায়রার রেস হবে। পথের দূরত্ব ২২৫ মাইল। রেসের আগের দিন ক্যালকাটা রেসিং পিজিয়ন ক্লাবের কয়েক জন সদস্য পায়রাগুলিকে ট্রেনে করে নিয়ে যান হাজারিবাগে।

পায়রাগুলি হাজারিবাগে পৌঁছায় শেষ রাত্রে। তারপর সকালে সাতটার সময় স্টেশন মাষ্টার ও স্থানীয় অন্যান্য বিশিষ্ট ব্যক্তিদের ডেকে সীলকরা বাস খুলে দেন। পায়রাগুলি ছাড়া পেয়ে উপরে উঠেই দুই-এক পাক ঘুরে যে বার গতিপথ বেছে নিয়ে উড়তে থাকে। হাজারিবাগ থেকে পায়রাগুলিকে ছেড়ে দিয়ে কলকাতার টেলিগ্রাম পাঠিয়ে দেওয়া হয়—‘লিবারেটেড ফ্রম হাজারিবাগ অ্যাট সেন্ডেন এ. এম.’। সব পায়রার রেসেই এই রকম করা হয়। যে সকল পায়রার ট্রেনিং ভাল, তারা ঘণ্টায় 50-60 মাইল উড়ে চলে, কিন্তু আবহাওয়া খারাপ হলে এই নিয়মের ব্যতিক্রম ঘটে। সাধারণতঃ শীতকালে আবহাওয়া ভাল থাকে আর সেই কারণে পায়রা গুড়াবার প্রতিযোগিতা এই সময়েই হয়। প্রতিযোগিতার পায়রা মাটি থেকে 25-30 ফুট উপর দিগে উড়ে চলে। বেশী উচুতে উঠলে এদের বড় শত্রু বাজপাখীর ভয় থাকে। বাজপাখীরা পায়রা দেখলেই দূর থেকে ছোঁ মারতে আসে এবং পায়রার গতিবেগও ভয়ঙ্কর ভাবে বেড়ে যায়। বাজপাখীর শিকার কসকালে 25-30 ফুটের মধ্যে নিজেকে সামলাতে না পেরে অনেক সময় মাটিতে আছাড় খেয়ে পড়ে। প্রতিযোগিতার পায়রা জানে, নীচু দিগে উড়ে গেলে ভয় অনেক কম থাকে বাজপাখীদের হাত থেকে। পথের মধ্যে এইভাবে বাজপাখী আক্রমণ করলে পায়রার মৃত্যু প্রায় অবধারিত, কিন্তু পায়রা বেশীর ভাগ সময়েই বুঝতে পারে, শত্রু আসছে তিন-চার মাইলের মধ্যে আর সঙ্গে সঙ্গে গতিপথ বদল করে। পথের মধ্যে বড়-বৃষ্টি হলে বা ট্রেনিং ভাল না থাকলে রেসের পায়রা অনেক সময় বিপথে উড়ে যায়, আর ফেরে না। এরা কখনো রাত্রিতে পাখা মেলে ওড়ে না, সকালে সূর্যোদয় থেকে সূর্যাস্ত পর্যন্ত উড়ে আসে নিজের আস্তানার দিকে। উড়ে আসবার সময় এরা পথের মধ্যে কিছুই খায় না কেবল খুব তেষ্ঠা পেলে একটু জল খায়—এই পর্যন্ত, আর সন্ধ্যার সময় আশ্রয় নেয় বড় গাছের ডালে। দিনের বেলায় আবার উড়ে চলে। এই ভাবে রেসের পায়রা উড়ে আসে দিল্লী, গয়া, কানপুর, আসানসোল প্রভৃতি স্থান থেকে পাল্লা দিয়ে।

হাজারিবাগ থেকে সকাল সাতটায় ছাড়লে হিসাব অনুযায়ী বেলা 11টা নাগাদ পায়রার কলকাতায় পৌঁছাবার কথা। সেই রকম সময় আন্দাজ করে ক্যালকাটা রেসিং পিজিয়ন ক্লাবের একজন করে বিচারক এক-এক পায়রার মালিকের বাড়ী গিয়ে হাজির হন। বিচারকেরা দেখেন, ঠিক কোন্ সময় পায়রা ফিরে এলো এবং ফিরে এসে কখন নিজের ঘরে গেল। এসব সময় টুকে নেন বিচারকেরা। তারপর সেই সব পায়রা নিয়ে বিচারক মিলিয়ে নেন পায়রার পায়ের রিং নম্বর ও গায়ের রং। পরে সবগুলি পায়রার পৌঁছাবার সময় মিলিয়ে কোন্ কোন্ পায়রা বিজয়ী হলো, তাদের নম্বর ও নাম ঘোষণা করেন ক্লাবের সম্পাদক। বিজয়ী পায়রার মালিককে অমূল্যমানের মাধ্যমে পুরস্কার দেওয়া হয়।

বহুদূর থেকে পায়রা ঠিক নিজের ঘরে ফিরে আসে—কলকাতার হাজার হাজার বাড়ীর ছাদের মধ্য থেকে নিজের ঘরের ছাদটিকে ঠিক চিনে নামতে পারে। এই ভাবে রেসের পায়রা দিল্লী থেকে কলকাতা ৯০০ মাইল পথ অতিক্রম করে ঠিক নিজের ঘরে ফিরে এসেছিল—এটা ক্যালকাটা রেসিং পিজিয়ন ক্লাবের পায়রার ভারতীয় রেকর্ডে আছে। পায়রার রেসের বিশ্ব-রেকর্ড আছে ১,০৯১ মাইল—জিভ্রালটার থেকে ইংল্যান্ডের গিলিংহাম পর্যন্ত।

পায়রাদের উড়ে যাবার সময় নিখুঁতভাবে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করেছেন আমেরিকার বিশ্ববিদ্যালয়ের দুই জন অধ্যাপক—এম. সি. মিচেনার এবং সি. ওয়ালকট। তাঁরা কতকগুলি পায়রা বেছে নিয়ে তাদের প্রত্যেকের গায়ে ২৫-৩০ গ্রাম ওজনের রেডিও ট্রান্সমিটার রাবারের সূতা দিয়ে বেঁধে দিলেন। এমনভাবে পায়রার গায়ে বাঁধা হয়েছিল যে, তাতে তাদের উড়তে কোন অসুবিধা হয় নি বা গতিবেগ হ্রাস পায় নি। এই সব পায়রা উড়িয়ে দিয়ে একটি ছোট ধরনের উড়োজাহাজ তাদের অনুসরণ করে উড়ে যায়। উড়োজাহাজের মধ্যে রেডিও রিসিভারে পায়রাগুলির গায়ে লাগানো রেডিও ট্রান্সমিটারের সকেটগুলি ধরা পড়েছিল। উড়োজাহাজ সঙ্গে সঙ্গে চললেও পায়রাদের ওড়বার পথে কোন ব্যাঘাত ঘটে নি। এই পরীক্ষার দ্বারা দুই জন অধ্যাপক পায়রার ঘরে ফেরবার ব্যাপারে কিছু নতুন তথ্য পান। তাঁরা বলেন—(১) পায়রাগুলিকে উড়িয়ে দিলে নিজের ঘরে ফিরে আসবার সময় এরা যে দিকে ওড়বার তালিম পায়, সেই দিকেই উড়তে থাকে। (২) এই সময় সহজাত সংস্কারের বশে সূর্যের অবস্থান ও সময়ের একটা হিসাব বুঝে নিয়ে নিজের ঘরের দিকে উড়তে থাকে। এথেকে বোঝা যায়, পায়রাদের দিক নির্ণয় করবার একটা সহজাত ক্ষমতা আছে। (৩) সূর্যের অবস্থান দেখেই এরা দিক নির্ণয় করে। প্রাণী-বিজ্ঞানীরা এদের নিয়ে আরও পরীক্ষা-নিরীক্ষা করছেন।

শিক্ষিত পায়রার সাহায্য ছুর্গম স্থান বা বস্ত্রাপীড়িত এলাকার সংবাদ আদান-প্রদান করা যায়। সম্প্রতি এক খবরে জানা যায়, উড়িষ্যার বিভিন্ন ছুর্গম অঞ্চলে গত তিন বছরে পায়রার সাহায্যে ৩৮,৪২৭টি বার্তা পাঠানো হয়েছে। বার্তাবাহী এই পায়রাগুলির সংখ্যা হলো ২৪২৮টি। রাজ্য-পুলিস এই সব পায়রা পালন করেন। এই জন্তে প্রতি বছর ব্যয় হয় ২৮,৭০০ টাকা। যে সব অঞ্চলে ভারবর্তা পাঠাবার উপায় নেই, সেই সব অঞ্চলে পুলিশের পায়রাগুলি খবর নিয়ে যায় এবং সেখানে থেকে খবর নিয়ে আসে। বার্তা-বিনিময়ের কাজটা তারা বেশ সন্তোষজনকভাবেই চালায়। উড়িষ্যার পুলিশের মত ভারতের অন্যান্য রাজ্যের পুলিশেরাও পায়রা পুষে অনেক সুবিধা পেতে পারেন।

কৃত্রিম জলাধার বা অ্যাকোয়ারিয়ামে মৎস্য পালন

জল সস্বন্ধে তোমাদের প্রায় সকলেরই মোটামুটি ধারণা আছে। অবশ্য জল সস্বন্ধে এমন বহু তথ্য আছে—যা আমরা অনেকেরই জানি না। আজ তোমাদের কাছে জলের মধ্যে প্রাণী ও উদ্ভিদ কি কারণে বেঁচে থাকে বা মারা যায়—সে সস্বন্ধে কিছু বলবো।

তোমরা তো জান, মাছ জলের পাত্রে বেশী দিন বাঁচে না! দেখা যায় দুই-এক দিন পরেই জল ষোলাটে হয়ে গেছে, মাছ নীচে মরে পড়ে রয়েছে। কিন্তু অ্যাকোয়ারিয়ামের মাছগুলি তো বেশী দিন বেঁচে থাকে! মাছ তো উভয় ক্ষেত্রে জলেই রয়েছে, তবে এ-রকম কেন হয়?

এই কেনর উত্তর জানতে হলে অ্যাকোয়ারিয়ামের গঠনবৈশিষ্ট্য সস্বন্ধে জানতে হয়। অ্যাকোয়ারিয়ামেও জলের ভিতরেই মাছ থাকে। কিন্তু তার আর একটি প্রধান অঙ্গ হলো শাওলা, জলজ উদ্ভিদ ইত্যাদি। আমরা সকলেই প্রাণবাসের সঙ্গে বাতাস থেকে অক্সিজেন টেনে নিই ও নিঃশ্বাসে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস ছেড়ে দিই। একে বলা হয় শ্বাসক্রিয়া। মানুষের মত পাখী, পোকা, মাছ, গাছ, শাওলা প্রভৃতি সবারই শ্বাসক্রিয়ার প্রণালী একই রকম। সকলেই শ্বাসক্রিয়ার ফলে অক্সিজেন টেনে নেয় ও কার্বন ডাই-অক্সাইড পরিত্যাগ করে। অ্যাকোয়ারিয়ামের ভিতরের মাছ শ্বাসক্রিয়াকালে অক্সিজেন টেনে নেয় আর জলে ছাড়ে কার্বন ডাই-অক্সাইড। উদ্ভিদ-জগতে আর একটি প্রক্রিয়া আছে, যাকে বলা হয় আলোক-সংশ্লেষণ (Photosynthesis)। এই প্রক্রিয়ার দ্বারা জলজ উদ্ভিদ জল থেকে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্রহণ করে আলোর সহায়তায় (অ্যাকোয়ারিয়ামের বালুকের আলোয়) আভ্যন্তরীণ নানা রাসায়নিক ক্রিয়াকলাপের দ্বারা নিজেদের খাতি প্রস্তুত করে। এই প্রক্রিয়ারই একটি অঙ্গ হিসাবে উদ্ভিদ আবার অক্সিজেন পরিত্যাগ করে। আলোক-সংশ্লেষণ প্রক্রিয়া একমাত্র উদ্ভিদ-জগতেরই বিশেষত্ব। অ্যাকোয়ারিয়ামের মাছ নিঃশ্বাসের সঙ্গে যে কার্বন ডাই-অক্সাইড জলে ছাড়ছে, সেই কার্বন ডাই-অক্সাইড উদ্ভিদ আবার টেনে নিচ্ছে নিজের খাতি প্রস্তুতের জন্তে এবং খাতি প্রস্তুতের পর অক্সিজেন জলে ছাড়ছে। মাছ সেই অক্সিজেন টেনে নিচ্ছে শ্বাসক্রিয়ার জন্তে। ফলে এমনি একটা আবর্তের মধ্য দিয়ে মাছ বেঁচে থাকে অ্যাকোয়ারিয়ামের জলে। মাছের নিজের কিন্তু খাতি প্রস্তুতের ক্ষমতা নেই। তাই তাদের খাবার হিসাবে অ্যাকোয়ারিয়ামে কেঁচো, পোকা ইত্যাদি বাইরে থেকে জোগান দিতে হয়। পাত্রের জল রোজ বদলে দিয়ে জলে কার্বন ডাই-অক্সাইড জমতে না দিলে মাছকে অনেক দিন পর্যন্ত বাঁচিয়ে রাখা চলে। অ্যাকোয়ারিয়ামের জলে যদি কখনও কার্বন ডাই-অক্সাইড

উদ্ভূত হতে থাকে, তাহলে সেখানেও মাছ মারা পড়ে। অ্যাকোয়ারিয়ামের জলে মাছ ও উদ্ভিদের এক অনুপাত সর্বদা বজায় রাখলে মাছের মৃত্যুর সম্ভাবনা কম।

পুকুরের জলে শ্রাওলা, নানা ছোট গাছ এবং মাছ, শামুক, কঁচো প্রভৃতি প্রাকৃতিক নিয়মে এক সঙ্গে সহাবস্থান করে। এই জলজ প্রাণী ও উদ্ভিদ যদি সামঞ্জস্যপূর্ণ অনুপাতে জলাশয় বা পুকুরে থাকে, তাহলে এরাই জলকে পরিষ্কার রাখে।

পাহাড়ের গায়ে ঝর্ণার জলে আশপাশের পাতা পড়ে পচছে, ধূলা-ময়লা পড়ছে। তবু এই ঝর্ণার জল কত পরিষ্কার। পাহাড়ী জঞ্চলে এই জলই পানীয় হিসাবে ব্যবহৃত হয়। জলে সর্বদাই অসংখ্য ব্যাক্টেরিয়া থাকে, যাদের কাজই হলো জলে অবস্থিত পচনশীল পদার্থকে রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় ভেঙ্গে মৌলিক পদার্থে পরিণত করা। ফলে এই ব্যাক্টেরিয়াই জলকে পরিষ্কার রাখতে সাহায্য করেছে। কিন্তু ব্যাক্টেরিয়ার জীবনধারণের জন্যে অক্সিজেন প্রয়োজন। ঝর্ণার ভিতরে ছুড়ি, পাথর ইত্যাদির গায়ে শ্রাওলা জন্মে, তারা তাদের খাবার তৈরির সময় ঐ প্রণালীর অঙ্গ হিসাবে যে অক্সিজেন জলে ছাড়ছে, সেই অক্সিজেনই ব্যাক্টেরিয়ার প্রয়োজন মেটাচ্ছে। কোন কারণে যদি জলে ব্যাক্টেরিয়ার সংখ্যা বেড়ে যায়, তাহলেই শ্রাওলা ও ব্যাক্টেরিয়ার অনুপাত ভঙ্গ হবে এবং জল দূষিত হবার সূচনা দেখা দেবে। ইঠাৎ বেড়ে যাওয়া ব্যাক্টেরিয়ার সংখ্যা বিনাশ করে প্রোটোজোয়া নামক এককোষী ক্ষুদ্র প্রাণী। আবার ওদিকে শ্রাওলার প্রাচুর্য বিনাশ করবার জন্যে আবির্ভাব হয় নানা পোকা, শামুক ইত্যাদির। শ্রাওলাই এদের অন্ত্যতম খাদ্য। আবার এদের অনুপাত বজায় রাখবার জন্যে আসে ছোট ছোট মাছ, যারা জলজ পোকা, শামুক ইত্যাদি খেয়ে বেঁচে থাকে। তার পরেই হলো বড় মাছ, যাদের খাদ্যতালিকায় পড়ে ছোট ছোট মাছ। তাহলেই আমরা দেখছি, জলাশয়ে ব্যাক্টেরিয়া, শ্রাওলা, ছোট ছোট গাছ, শামুক, কঁচো, অন্যান্য পোকা, প্রোটোজোয়া, মাছ ইত্যাদি এক সহাবস্থান নীতির দ্বারা জলকে পরিষ্কার রাখতে মিলিতভাবে সাহায্য করে।

নানা কারণেই জলের মধ্যে এদের পারস্পরিক অনুপাত নষ্ট হতে পারে। তখন জল দূষিত বা অপরিষ্কার হবে। এমন কোনও পদার্থ জলের সঙ্গে মিশে যেতে পারে, যেটা জলজ জীবের জীবনধারণের পক্ষে ক্ষতিকর। এর ফলে কোনও প্রাণী বা উদ্ভিদ মারা পড়তে থাকে, নতুবা কোনটার সংখ্যা বৃদ্ধি পায় এবং এইভাবে তাদের আনুপাতিক হার নষ্ট হয়। সাধারণ অবস্থায় মানুষই নানা ভাবে জলের এই পরিচ্ছন্নতা নষ্ট করেছে। তাছাড়াও দেখা যায় যে, নদীর তীরে যে সমস্ত অঞ্চলে কলকারখানা, গড়ে উঠেছে, সেই সব অঞ্চলের নদীর জল অতিরিক্ত মাত্রায় দূষিত হয়। এর কারণ হলো, এই সব কলকারখানা থেকে নির্গত নানাপ্রকার রাসায়নিক পদার্থ এই জলে নিষ্কিন্ত হয়। ফলে স্বভাবতই সেখানে জলজ জীবের সুস্থ জীবন-

ধারণের পক্ষে এক প্রতিকূল অবস্থার সৃষ্টি হয়। আমাদের দেশে হুগলী নদীর তীরবর্তী জুট মিল ও অন্যান্য কলকারখানার অবস্থিতিই এই নদীর জলের পরিচ্ছন্নতা নষ্ট হবার অন্যতম কারণ। গ্রেট ব্রিটেন, আমেরিকা, জাপান প্রভৃতি দেশের শিল্পসমৃদ্ধ অঞ্চলেও এই একই কারণে প্রধানতঃ নদীগুলির জল দূষিত হচ্ছে এবং ক্রমশঃই পানীয়ের অল্পপাযোগী হয়ে উঠছে। আমেরিকার ফিলাডেলফিয়ায় অবস্থিত অ্যাকাডেমি অব স্নাচারাল সায়েন্সের ডক্টর রুথ প্যাট্রিক নামে একজন মহিলা বিজ্ঞানী কি করে প্রাকৃতিক জলকে দূষিত হওয়া থেকে মুক্ত রাখা যায়, তাই নিয়ে গবেষণা শুরু করেছেন। তাঁর গবেষণার মূলগত ভিত্তি হলো—কোন নির্দিষ্ট জলাশয়ে প্রাকৃতিক পরিবেশে কোন্ কোন্ জলজ প্রাণী বা উদ্ভিদ বেঁচে থাকে, সেটা প্রথমতঃ নির্ণয় করা এবং তারপর পরীক্ষাগারে কৃত্রিম জলাশয় তৈরি করে তাতে বিভিন্ন রাসায়নিক পদার্থ-বিভিন্ন মাত্রায় মিশিয়ে উপরিউক্ত প্রাণী বা উদ্ভিদের ঐ সব পদার্থের কোনটাকে কতটা সহ্য করার ক্ষমতা আছে—তার সমীক্ষা করা।

অঞ্জলি রায়

লিউকেমিয়া

লিউকেমিয়া কথাটির সঙ্গে আমরা অনেকেই পরিচিত। রক্তের ক্যান্সারকে লিউকেমিয়া রোগ বলা হয়ে থাকে। শরীরের কোনও অংশের কোষগুলি যদি অল্প কোষগুলির সঙ্গে সামঞ্জস্য না রেখে যথেষ্ট বেড়ে চলে, তখন তাকে আমরা ক্যান্সার বলি। যে সব জৈব পদার্থ শরীরে ক্যান্সার রোগ বিস্তার করে, তাদের কারসিনোজেনিক পদার্থ বলা হয়। পরীক্ষা করে দেখা গেছে, কতকগুলি রাসায়নিক জৈব পদার্থ এই রোগ বিস্তারে সহায়তা করে। রোগের লক্ষণ প্রকাশের সঙ্গে সঙ্গে আলুট্রাভায়োলেট রশ্মি অথবা অরোপচার ইত্যাদির সাহায্যে প্রাথমিক অবস্থা থেকেই ক্যান্সারের চিকিৎসা সম্ভব।

লিউকেমিয়া কথাটি এসেছে গ্রীক শব্দ থেকে। লিউকস মানে শ্বেত এবং হাইমা কথাটির অর্থ হলো রক্ত। রক্তে শ্বেত কণিকার পরিমাণ অস্বাভাবিকভাবে বেড়ে গেলে লিউকেমিয়া হয়ে থাকে। লিউকেমিয়া রোগের বিশেষ কোনও বহিঃপ্রকাশ দেখা যায় না। তবে রক্তারক্তা, অন্ন অন্ন জ্বর, নাক দিয়ে রক্ত পড়া, ওজন হ্রাস ইত্যাদি উপসর্গ দেখা দিয়ে থাকে। অবশ্য এই উপসর্গগুলি আরও অনেক রকম রোগের

ক্ষেত্রেও দেখা যায়। কাজেই শুধু এই উপসর্গ দিয়েই রোগীকে চেনা যায় না, বিশদভাবে রক্ত পরীক্ষার দ্বারাই শুধু এই রোগ ধরা সম্ভব।

রক্ত ভাল করে পরীক্ষা করে দেখা গেছে—জল, হরমোন, প্রোটিন ইত্যাদি বস্তু ছাড়াও এর মধ্যে আছে কতকগুলি জীবন্ত উপাদান। এগুলি হলো লোহিত কণিকা, থ্রম্বোসাইট এবং খেত কণিকা। লোহিত কণিকার ভিতরের হিমোগ্লোবিন অক্সিজেনকে শরীরের নানা স্থানে পৌঁছে দেয় এবং রক্তে এদের সংখ্যা কমে গেলে অ্যানিমিয়া হয়। কোনও জায়গা থেকে রক্তক্ষরণ ঘটতে থাকলে থ্রম্বোসাইট সেখানকার রক্তকে জমাট বাঁধতে সাহায্য করে এবং অধিক রক্তক্ষরণ বন্ধ করে। খেত কণিকাগুলি সৈনিকের মত আমাদের দেহকে বহিঃশত্রুর আক্রমণ থেকে রক্ষা করে। এদের মধ্যে রয়েছে বেসোফিল, ইয়োসিনোফিল, নিউট্রোফিল, লিম্ফোসাইট এবং মনোসাইট ইত্যাদি।

যে সকল জীবকোষ শরীরে রক্ত উৎপাদন করে থাকে, তারা সব সময় লোহিত কণিকা, খেত কণিকা এবং থ্রম্বোসাইট সৃষ্টির মধ্যে একটা সামঞ্জস্য রেখে চলে। যদি কোনও কারণে খেত কণিকা সৃষ্টিকারী জীবকোষগুলি এই কণিকাগুলির উৎপাদনের উপর তাদের প্রভাব বজায় না রাখতে পারে অর্থাৎ যদি তাদের উৎপাদন নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব না হয়, তবে রক্তে খেত কণিকার প্রাচুর্য দেখা দেয় এবং লিউকেমিয়া রোগ অবশ্যম্ভাবী হয়ে পড়ে।

এজগ্রে লিউকেমিয়া প্রতিরোধ করতে গেলে রক্তের খেত কণিকা সৃষ্টিকারী কোষগুলির গতিবিধি এবং কার্যকলাপের উপর নজর রাখতে হবে এবং তারা যাতে খুসীমত খেত কণিকা তৈরি করতে না পারে—সেটাও দেখতে হবে। নিউক্লিক অ্যাসিড জীবকোষ-গুলিকে ভাঙতে সহায়তা করে—তাই শরীরে যাতে নিউক্লিক অ্যাসিড তৈরি হতে না পারে, তার জগ্রে অ্যান্টিমেটাবলাইট প্রয়োগ করা দরকার।

আজ পর্যন্ত লিউকেমিয়ার কোনও অব্যর্থ ঔষধ আবিষ্কৃত হয় নি, তবে ষ্টেরয়েড হরমোন ইঞ্জেকশন ও নানা প্রকার ঔষধের সাহায্যে রোগীকে সাময়িকভাবে সুস্থ রাখা সম্ভব। লিউকেমিয়া রোগের কারণ সম্বন্ধে এখনও পর্যন্ত সঠিকভাবে কিছু জানা যায় নি। তবে আধুনিক রসায়নবিদেরা মনে করেন যে, এই রোগ ভাইরাস-ঘটিত এবং এর প্রতিবেশকও ভবিষ্যতে আবদ্ধার করা সম্ভব হবে।

পার্থসারথি চক্রবর্তী*

পারদর্শিতার পরীক্ষা

নীচে 5টি রসায়ন বিষয়ক প্রশ্ন দেওয়া হলো। উত্তর দেবার জন্যে মোট সময় 5 মিনিট। এই সময়ের মধ্যে 5টি, 4টি, 3টি, 2টি বা 1টি প্রশ্নের উত্তর সঠিক হলে রসায়নে তোমাদের পারদর্শিতা যথাক্রমে খুব বেশী, বেশী, চলনসই, কম বা খুব কম। কোন প্রশ্নের উত্তর ঠিক না হলে মন্তব্য নিম্নপ্রয়োজন।

1. নিম্নলিখিত মৌলগুলির মধ্যে কোনটি সমপর্যায়ভুক্ত নয়?

(ক) আর্গন, জেনন, নিয়ন, বোরন, ক্রিপ্টন।

(খ) লিথিয়াম, সোডিয়াম, প্ল্যাটিনাম, পটাসিয়াম, সিজিয়াম।

2. ভূহকের গঠনে কোন মৌলটির পরিমাণ সবচেয়ে বেশী?

অক্সিজেন, সিলিকন, অ্যালুমিনিয়াম, নাইট্রোজেন, লোহা।

3. নীচের দুটি বন্ধনীর প্রতিটির মধ্যেই একটি করে এমন অক্ষর বসান যাতে আগের অংশের পরে অক্ষরটি যোগ করলে একটা ধাতুর নাম হয়; তেমনি আবার পরের অংশের আগে ঐ অক্ষর বসালে অন্য একটা ধাতুর নাম হবে।

(ক) পার () স্তা

(খ) রূ () রদ

4. কোনটি সঠিক বল।

10 লিটার কার্বন মনোক্সাইড গ্যাসকে নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে সম্যকভাবে জারিত করতে যে পরিমাণ অক্সিজেনের প্রয়োজন, ঐ তাপমাত্রা ও চাপে তার আয়তন হচ্ছে—

20 লিটার

15 লিটার

10 লিটার

5 লিটার

5. কোনটি সঠিক বল।

এক মোল NH_4Cl -এ যতগুলি পরমাণু আছে, তাদের সংখ্যা :

$$6.02 \times 10^{23}$$

$$3 \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$6 \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$9 \times 6.02 \times 10^{23}$$

(উত্তর— 373নং পৃষ্ঠার জঃব্য)

প্রজ্ঞানন্দ দাশগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু*

প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন : 1. দুধ সাধারণতঃ কি কি উপাদানে তৈরি ? দুধের জীবাণু সম্পর্কে বলুন ।
ডাঃ সেন ও কাবেরী মৈত্র, পশ্চিম দিনাজপুর ।

প্রশ্ন : 2. অর্শ রোগটা কি ?

সরোজকুমার গুপ্ত ও টুলটুল গুপ্ত, বাঁকুড়া ।

উত্তর : 1. দুধ যে খুবই উপকারী একখাটা আমাদের সকলেরই জানা । সুস্থ মানবদেহ গঠনের পক্ষে প্রয়োজনীয় প্রায় সব উপাদানই দুধে আছে । দুধের মধ্যে প্রোটিন, স্নেহজাতীয় পদার্থ, কার্বোহাইড্রেট, বিভিন্ন প্রকার ভিটামিন ছাড়াও ক্যালসিয়াম, ক্যালসিয়াম ও নানা প্রকারের ধাতব লবণ বর্তমান । বিভিন্ন প্রাণীর দুধের মধ্যে গরু, মোষ ও ছাগলের দুধই সাধারণতঃ পান করা হয় । এদের উপাদান মোটামুটিভাবে একই, তবে পরিমাণের দিক দিয়ে উপাদানগুলির মধ্যে কিছু কিছু পার্থক্য দেখা যায় ।

দুধের মধ্যে বহু রকমের জীবাণু দেখা যায় । দুধ খুব সহজেই জীবাণুর দ্বারা দূষিত হয় । কোন কোন বিশেষ মাধ্যম আছে যা জীবাণুর বৃদ্ধি ও পুষ্টির সহায়তা করে । দুধ এরূপ একটি মাধ্যম । কাজেই দুধকে বিশুদ্ধ রাখবার জন্তে সতর্ক হওয়া বিশেষ প্রয়োজন । জীবাণুদের মধ্যে বিভিন্ন শ্রেণী আছে এবং তাদের কার্যকারিতাও বিভিন্ন প্রকার । বেশীর ভাগ ক্ষেত্রেই জীবাণু আমাদের উপকার করে ।

দুধের ক্ষতিকারক জীবাণু দুধের মাধ্যমে মানবদেহের যে সব রোগের সৃষ্টি করে, তার মধ্যে নানা রকম পেটের অসুখ, টাইফয়েড, যক্ষ্মা, আমাশয়, ডিপ্‌থেরিয়া প্রভৃতির নাম করা যেতে পারে । দুগ্ধবতী গরু, মোষ প্রভৃতি যদি বিশেষ কোনও রোগে আক্রান্ত হয়, তবে তার দুধে ঐ রোগের জীবাণু থাকা খুবই স্বাভাবিক । এছাড়া সংক্রামক ব্যাধিগ্রস্ত গোয়ালার মাধ্যমে বা দূষিত জল মেশানোর ফলে দুধে ক্ষতিকারক জীবাণুর প্রকোপ দেখা দিতে পারে । এই সব জীবাণুর হাত থেকে রক্ষা পাওয়ার জন্তে সাধারণতঃ দুধ ফুটিয়ে নেওয়া হয় । দুধ ফুটিয়ে নিলে এই জীবাণুর বেশীর ভাগই বিনষ্ট হয়, যদিও এই উত্তাপের ফলে দুধের ষাণ্ডমূল্য কিছুটা হ্রাস পায় । দুধকে পাস্তুরাইজেশন পদ্ধতিতে বিশুদ্ধ করা হয় । এই প্রক্রিয়ায় দুধকে প্রায় 60° সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রার কাছাকাছি উত্তপ্ত করে খুব দ্রুত সেই উত্তপ্ত দুধকে ঠাণ্ডা করা হয় । তাপমাত্রার দ্রুত পরিবর্তন সহ্য করতে না পেরে জীবাণুদের বেশীর ভাগই মারা যায় । এতে অবশ্য দুধের ভিটামিন-সি খুবই কমে যায় ।

উপকারী জীবাণুদের মধ্যে এক জাতীয় জীবাণু দুধে অবস্থিত শর্করাজাতীয়

পদার্থ ল্যাক্টোজকে ল্যাক্টিক অ্যাসিডে পরিণত করে। এই অ্যাসিডের প্রভাবে দুধ টকে যায়। এই টকে যাওয়া দুধ শরীরের পক্ষে অনিষ্টকর নয় এবং সহজে হজম করা যায়। তাছাড়া কিছু কিছু জীবাণুর প্রভাবে দুধ থেকে চীজ, দই প্রভৃতি তৈরি হয়। কাজেই দুধের বিশুদ্ধতার উপর নজর রাখলে দুধ শরীর গঠনের কাজে অনেক ভাবে সাহায্য করে।

উত্তর : 2. অর্শ রোগটি সাধারণ রোগগুলির মধ্যে একটি পরিচিত নাম। বিভিন্ন কারণে এই রোগের সৃষ্টি হয়। কারণগুলির মধ্যে কোষ্ঠকাঠিন্য, অধিক মলপান, দাঁড়িয়ে কাজ করবার অভ্যাস, লবণ জলের রেচক (Purgative) দিয়ে মলত্যাগের অভ্যাস ইত্যাদি প্রধান। এগুলি ছাড়াও মেদবহুল শরীরে অধিক মেদবৃদ্ধির জন্তে যকৃতের পোট্যাল শিরার রক্ত চলাচলে বিঘ্ন ঘটবার জন্তেও এই রোগের উদ্ভব হয়। বাদেই ব্রুসাইটিস রোগ আছে, অতিরিক্ত কাশির ফলে তাদের তলপেটে চাপ লাগে। এথেকেও অর্শ রোগ দেখা দিতে পারে। তাছাড়া, শরীরের বিশেষ কয়েকটি রোগ, যেমন—টিউমার, কোলাইটিস ইত্যাদির উপস্থিতিতেও অর্শ রোগ হতে পারে।

এই রোগের অন্ততম উপসর্গ হলো মলত্যাগ করবার সময় মলদ্বার দিয়ে রক্ত নির্গমন ও অস্বাভাবিক যন্ত্রণা। শরীরের অভ্যন্তরে মলভাও বা রেস্তোমের পরেই শুরু হয়েছে মলনালী। যেখানটায় শুরু হয়, ঠিক সেখানেই পিউবোরেক্টালিস নামে একটি মাংসপেশী মলনালীকে জড়িয়ে থাকে। মলনালীর উপর ও নীচের কিছু অংশ যথাক্রমে ইন্টারক্যাল ফিংক্টার ও এক্সটারক্যাল ফিংক্টার মাংসপেশীর দ্বারা আবৃত। এদের নীচে রয়েছে অপর একটি মাংসপেশী, যার নাম করুগেটর কিউটিস এনাই। মলনালীর ভিতরে দেয়ালের সর্বোচ্চ স্থান থেকে মাঝের অংশকে বলা হয় স্ট্র্যাটিকারেড স্কোয়ামাস, যেটি এপিথেলিয়াম তন্ত্র দ্বারা আবৃত। যে স্থান থেকে এই স্ট্র্যাটিকারেড স্কোয়ামাস এপিথেলিয়াম আরম্ভ হয়েছে, সেই স্থানে মলনালীর মাংসপেশী ও মিউকাস মেমব্রেন সম্মিলিত হয়ে একটি ফিতার মত জিনিষ তৈরি করে। এর উপরে ও নীচ দিকে মিউকাস মেমব্রেনের নীচে রয়েছে উর্ধ্ব হেমোরয়েড শিরা এবং নিম্ন হেমোরয়েড শিরা, যা মলনালী থেকে দূষিত রক্ত বহন করে। কোনও কারণে এই উর্ধ্ব বা নিম্ন হেমোরয়েড শিরা বা তাদের শাখা-প্রশাখা যদি চাপ লাগে, তবে সেগুলি কুঁচকে গিয়ে কুণ্ডলীর মত হয়ে যায়—যাকে বলা হয় প্লেজাস। উর্ধ্ব হেমোরয়েড শিরার ক্ষেত্রে এই প্লেজাসকে বলা হয় ইন্টারক্যাল ভেনাস প্লেজাস এবং নিম্ন হেমোরয়েড শিরার ক্ষেত্রে একে বলা হয় এক্সটারক্যাল ভেনাস প্লেজাস। উর্ধ্ব হেমোরয়েড শিরা মেসেন্টরিক ও স্পেনিক নামক দুটি শিরার মাধ্যমে যকৃতের পোট্যাল শিরার গিয়ে মিলিত হয়, কিন্তু নিম্ন হেমোরয়েড শিরা বিভিন্ন শিরার মাধ্যমে জুপিওর দক্ষিণ অলিমেন্টর সঙ্গে যুক্ত।

এটা স্পষ্টই বোঝা যাচ্ছে যে, কোন কারণে পোর্টাল শিরার উপর চাপ সৃষ্টি হলেই এই চাপ ইন্টারস্ট্রাল ভেনাস প্লেজাসে সঞ্চালিত হয়, ফলে শিরাতুলি ফুলে ওঠে এবং মলদ্বারের বাইরে বেরিয়ে আসতে চায়। এই শিরা কুণ্ডলীকে ঘিরে থাকে সংযোজক তন্তু। উর্ধ্ব হেমোরয়েড শিরারও একটি শাখা এই কুণ্ডলীর সঙ্গে যুক্ত থাকে। এই সমস্ত অংশগুলি মিলে একটি পিণ্ডের সৃষ্টি হয়। একেই বলা হয় অর্শ। এই পিণ্ড মিউকাস মেমব্রেনের দ্বারা আবৃত থাকে। মলদ্বারের বাইরে বেরিয়ে এলে অর্শকে বলা হয় বলি (পাইলস)। এই বলি দু-ভাবে সৃষ্টি হয়ে থাকে। ইন্টারস্ট্রাল ভেনাস প্লেজাস পোর্টাল শিরার মাধ্যমে কোন চাপ পেলে ফুলে ওঠে। এর ফলে যে বলির সৃষ্টি হয়, তাকে বলা হয় অন্তর্বলি। আবার নিম্ন হেমোরয়েড শিরার প্লেজাস কোন চাপের ফলে কেটে গেলে রক্ত জমাট বেঁধে একটি রক্তপিণ্ড তৈরি করে। একে বলা হয় বহির্বলি।

প্রথম অবস্থায় এই রোগে মলদ্বার দিয়ে রক্তপাত শুরু হয়। পরবর্তী অবস্থায় পিণ্ডাকৃতি বস্তুর উপস্থিতি অনুভূত হয় এবং মলত্যাগের সময় অস্বাভাবিক ব্যগ্রতা এবং তার সঙ্গে প্লেজাজাতীয় পদার্থ ও রক্তক্ষরণ হয়। বলির মধ্যে রক্ত জমাট বেঁধে মলনালীতে একটানা চার-পাঁচ দিন পর্যন্তও ব্যগ্রতা হয়ে থাকে। মলত্যাগও বন্ধ হয়ে যায়। একে বলা হয় হেম্যাটোমা।

অর্শরোগ যখন মারাত্মক হয়, তখন মলত্যাগের সময় ছাড়া অন্য সময়েও রক্তক্ষরণ হতে থাকে। এর ফলে রোগীর শরীর রক্তহীন হয়ে পড়ে। মলত্যাগের সময় রোগী খুবই কষ্ট পায় এবং আতঙ্কের মধ্যে মলত্যাগ করে।

শ্যামসুন্দর দে*

* ইনস্টিটিউট অব রেডিও-কিমিয়া অ্যান্ড ইলেকট্রনিক্স; বিজ্ঞান কলেজ, কলিকাতা-৭

উত্তর

(পারদর্শিতার পরীক্ষা)

১. (ক) বোরন

[অল্প সব কটি মৌল নিষ্ক্রিয় গ্যাস অবস্থায় থাকে।]

(খ) প্লাটিনাম

[অল্প মৌলগুলি হলো কার ধাতু (Alkali metal)।]

২. অক্সিজেন

[ভূত্বকের গঠনে অক্সিজেনের পরিমাণ শতকরা প্রায় ৪৭ ভাগ। দ্বিতীয় স্থান অধিকার করে আছে সিলিকন—এর পরিমাণ শতকরা প্রায় ২৮ ভাগ।]

3. (ক) দ

[পারদ, দস্তা]

(খ) পা

[রূপা, পারদ]

4. 5 লিটার

[নিম্নলিখিত বিক্রিয়া অনুযায়ী কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস জারিত হয়—



অতরাং বোঝা যাচ্ছে যে, 2 ভাগ কার্বন মনোক্সাইডের জন্তে 1 ভাগ অক্সিজেনের প্রয়োজন। তাহলে 10 লিটার কার্বন মনোক্সাইডের জন্তে প্রয়োজন 5 লিটার অক্সিজেনের।]

5. $6 \times 6.02 \times 10^{23}$

[এক মোল NH_4Cl -এ অণুর সংখ্যা হচ্ছে 6.02×10^{23} (অ্যাভোগেড্রোর সংখ্যা)। বেহেতু এক-একটি NH_4Cl অণুতে 6টা পরমাণু আছে, এক মোল NH_4Cl -এ পরমাণুর সংখ্যা হলো $6 \times 6.02 \times 10^{23}$ ।]

বিবিধ

কৃত্রিম কর্ণিয়া সংযোজন

নয়া দিল্লী থেকে সংবাদ সরবরাহ সংস্থা পি. টি. আই. ও ইউ. এন. আই. জানাচ্ছেন—এশিয়ার মধ্যে ভারতবর্ষই সকলের আগে কৃত্রিম কর্ণিয়া তৈরি করতে পেরেছে। প্রাটিকের তৈরি এই কৃত্রিম কর্ণিয়া 24শে এপ্রিল সকালে দিল্লীর দৃষ্টিহীন যুবক হীরালালের (25 বছর বয়স্ক) চক্ষুকেটরে বসিয়ে দেওয়া হয়েছে।

দিল্লীর ডক্টর রাজেন্দ্রপ্রসাদ চক্ষুরোগ গবেষণা কেন্দ্রে ডাঃ মদনমোহনের নেতৃত্বাধীনে একদল গবেষক পাঁচ বছর ধরে জীবজন্তুর উপর পরীক্ষা চালিয়ে অবশেষে মানুষের উপর এটা প্রয়োগ করতে সাহসী হলেন।

মঙ্গলগ্রহ অভিমুখে রুশ মহাকাশ

ষ্টেশন প্রেরিত

সোভিয়েট রাশিয়া 19. 5. 71 তারিখে রাত 9টা 53 মিনিটে মঙ্গলগ্রহাভিমুখী একটি স্বয়ংক্রিয় মহাকাশ ষ্টেশন উৎক্ষেপণ করেছে বলে 20. 5. 71 তারিখে সরকারীভাবে ঘোষণা করা হয়।

এটির নাম মার্স-2। সোভিয়েট সরকারী সংবাদ সংস্থা টাস জানিয়েছে যে, এটি একটি

আন্তর্গ্রহ মহাকাশ ষ্টেশন। মার্স-2 আগামী নভেম্বরে মঙ্গলগ্রহে পৌঁছুবে।

সৌরমণ্ডলের বিভিন্ন গ্রহ এবং মহাকাশ সম্পর্কে গবেষণার যে পরিকল্পনা প্রস্তুত করা হয়েছে, সেই অনুসারেই এই স্বয়ংক্রিয় মহাকাশ ষ্টেশনটি পাঠানো হলো।

মস্কো বেতাবে বলা হয় যে, মার্স-2-এর ওজন চার টনেরও বেশী। মঙ্গলগ্রহে পৌঁছুতে মার্স-2-কে সাতচল্লিশ কোটি কিলোমিটার পথ অতিক্রম করতে হবে।

রাশিয়া বিগত 1962 সালের নভেম্বরে মঙ্গল-গ্রহাভিমুখে মার্স-1 স্বয়ংক্রিয় ষ্টেশনটি ছেড়েছিল। কিন্তু মঙ্গলগ্রহে পৌঁছুবার এক মাস আগে 1' 63 সালের যে মাসে মার্স-1-এর সঙ্গে রুশ কেন্দ্রের বেতার যোগাযোগ ছিন্ন হয়ে যায়।

মার্স 2 পূর্বের মার্স-1 থেকে আকারে অনেকটা বড়। গত নয় বছরে সোভিয়েট রাশিয়া মহাকাশ বিজ্ঞানে কতটা উন্নত হয়েছে, এথেকে তা বোঝা যায়। মার্স-1-এর ওজন ছিল 8935 কিলোগ্রাম।

টাস বলেছে, পৃথিবীর কক্ষপথে স্থাপিত একটি কৃত্রিম উপগ্রহ থেকে মার্স-2-কে ছাড়া হয়েছে।

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

চতুর্বিংশ বর্ষ

জুলাই, ১৯৭১

সপ্তম সংখ্যা

[সম্প্রতি আমাদের দেশে কনজাংক্টিভাইটিস (চোখ-ওঠা) রোগের প্রাদুর্ভাব দেখা দিয়েছে। এই রোগের কারণ, উপসর্গ ও প্রতিকার প্রভৃতি বিষয়ে জনসাধারণের মনে নানা রকম প্রশ্ন রয়েছে। বর্তমান প্রবন্ধে ঐ সব বিষয় সম্পর্কে আলোকপাত করেছেন একজন অভিজ্ঞ চিকিৎসক। প্রঃ সঃ]

কনজাংক্টিভাইটিস

হেমেন্দ্রনাথ মুখোপাধ্যায়

সম্প্রতি কলিকাতা শহরে কনজাংক্টিভাইটিস রোগটি ব্যাপক আকারে দেখা দিয়েছে। সাধারণতঃ যাকে আমরা চোখে ঠাণ্ডা লাগা বা চোখ-ওঠা বলে থাকি, তারই ডাক্তারী নাম কনজাংক্টিভাইটিস (Conjunctivitis)।

চোখ-ওঠা রোগটি প্রাচীন কাল থেকেই আছে এবং পৃথিবীব্যাপী এর প্রসার। সারা বছর ধরেই বিক্ষিপ্তভাবে এই রোগের প্রাদুর্ভাব দেখা যায়। কিন্তু চোখ-ওঠা ব্যাপকভাবে মহামারী-রূপে কোথাও দেখা দেওয়া, বিশেষ করে কলিকাতা

শহরে, পূর্বে কখনো ঘটেছে বলে শোনা যায় নি। ভাছাড়া মহামারীরূপে যে সব রোগ মাঝে মাঝে দেখা যায়, সে তালিকার মধ্যেও চোখ-ওঠা রোগের নাম কোন দিন স্থান পায় নি। এবারে মহামারীরূপে দেখা দেওয়াটাই এর প্রধান বৈশিষ্ট্য। হঠাৎ করেক দিনের মধ্যে শহর ও শহরতলীর লক্ষ লক্ষ লোক এই রোগে আক্রান্ত হয়ে পড়লো। অফিস, আদালত, রাস্তা প্রভৃতি সর্বত্রই দেখা যায় চোখ লাল অথবা কালো চশমার চোখ ঢাকা। শহরবাসীর মুখে মুখে এই রোগের কারণ, প্রতিবেদন ও নিরাময়ের ঔষধ প্রভৃতি নিয়ে নানা জল্পনা-কল্পনা এবং তর্কবিতর্ক প্রবল হয়ে উঠলো।

সাংবাদিকদের মতে, এই রোগটা নাকি মধ্য প্রাচ্য থেকে বোম্বাই এবং বোম্বাই থেকে কলকাতায় এসে উপস্থিত হয়েছে। রোগটি যে প্রবলভাবে সংক্রামক সে বিষয়ে দ্বিমত নেই।

চোখ-ওঠা বা কনজাংক্টিভাইটিস হলো কনজাংক্টিভার (Conjunctiva) জীবাণুঘটিত প্রদাহ। অক্ষিগোলকের অচ্ছাদপটল (Cornea) ছাড়া যে সাদা অংশটুকু দেখা যায়, সেই অংশটুকু এবং চোখের পাতার অভ্যন্তর ভাগ একটি স্বচ্ছ লৈঙ্গিক ঝিল্লীর দ্বারা আন্তরের মত আবৃত থাকে। এই লৈঙ্গিক ঝিল্লীর নাম কনজাংক্টিভা এবং এরই প্রদাহকে কনজাংক্টিভাইটিস বলে। এই রোগের প্রধান লক্ষণ হলো, চোখ হঠাৎ লাল হয়ে ওঠে এবং চোখ থেকে ক্রমাগত জল পড়তে থাকে। এই জন্তে আয়ুর্বেদে এই রোগের নাম 'নেত্রাভিঘ্ন' (অভিঘ্ন অর্থাৎ ক্ষরণ বা বারি-প্রবাহ)। চোখ লাল হয়ে ওঠবার কারণ—কনজাংক্টিভার অভ্যন্তরে যে সূক্ষ্ম শিরা আছে, সেগুলির ভিতর দিয়ে অত্যধিক রক্ত চলাচল সুরু হওয়া। শিরাধমনীর স্ফীতির জন্তে চোখ ক্রকর করে, মনে হয় যেন চোখে কিছু পড়েছে। সময়ে সময়ে লৈঙ্গিক ঝিল্লীই স্ফীত হয়ে ওঠে এবং কতকটা থলথলে মত দেখায়।

এমন কি, লৈঙ্গিক ঝিল্লীর ভিতর দিকে রক্তস্রাব (Conjunctival hæmorrhage) পর্যন্ত হতে দেখা যায়। এই রক্তক্ষরণ দূরীভূত হতে বেশ সময় লাগে। তবে এতে ভয় পাবার কিছু নেই। এতে স্বাধীন কোন ক্ষতি হয় না। রোগের প্রাবল্য অহুগারে চোখ থেকে নিঃসৃত জল গাঢ়তর হয়ে ক্রমশঃ পুঞ্জের মত এবং আঠালো হয়ে ওঠে। এই অবস্থার ঘূর্ণাবার পর চোখের পাতা জুড়ে যায়। বেশীর ভাগ ক্ষেত্রে লক্ষণগুলি গুরুতর ও বিশেষ কষ্টদায়ক হতে দেখা গেছে। এমন কি, কোন কোন ক্ষেত্রে শারীরিক অসুস্থতা, গা ম্যাজম্যাজ করা, জরভাব প্রভৃতি লক্ষণও দেখা যায়। কোন কোন ক্ষেত্রে সারবার পর আবার লক্ষণগুলি ফিরে আসে। কোন কোন ব্যক্তি রোগ সারবার পর কিছুদিন পর্যন্ত চোখে ঝাপসা দেখেন।

নানাপ্রকার জীবাণুর দ্বারাই কনজাংক্টিভাইটিস রোগ উৎপন্ন হয়। কক্-উইক্স ব্যাসিলাস (Koch weeks' bacillus), কক্কাই জাতীর জীবাণু (Cocci), ইনফ্লুয়েঞ্জা ভাইরাস (Influenza virus) প্রভৃতির দ্বারাই সাধারণতঃ এই রোগের সৃষ্টি হয়। এবারের মহামারী চোখ-ওঠার প্রকৃত দোষী জীবাণু এখনো নিশ্চিতরূপে নিণাত হয় নি। আশাততঃ অহুমান করা হচ্ছে, যে কোন ভাইরাসই এই রোগের কারণ।

আক্রান্ত ব্যক্তির চোখ থেকে নিঃসৃত জল ও পিচুটির মধ্যে দোষী জীবাণু বা ভাইরাস যথেষ্ট পরিমাণে থাকে। এই জল বা পিচুটির মধ্যস্থিত জীবাণুগুলি হাওয়ার সঞ্চালিত হয়ে অন্য কারো চোখে বাসা বাঁধলে সে রোগাক্রান্ত হয়ে পড়তে পারে। সংক্রমণের এই পদ্ধতির কথা মনে রাখলে রোগবিস্তার প্রতিরোধ করা সহজ হয়। রোগাক্রান্ত ব্যক্তি নিজের চোখে হাত দিয়ে (যা সে প্রায়ই করতে বাধ্য হয়) চোখের জল বা পিচুটি যেখানে-সেখানে মোছে বা

দুই হাত রাখে (টেবিল, চেয়ার, ধবরের কাগজ, বই, চশমা ইত্যাদি) এবং অপর কেউ যদি অনবধানতাবশতঃ ঐ সব জায়গায় হাত দেবার পর নিজের চোখে সেই হাত লাগায় তবে তারও রোগাক্রান্ত হয়ে পড়বার সম্ভাবনা আছে। সে জন্তে আক্রান্ত ব্যক্তি যদি যখন-তখন চোখে হাত না দেয় এবং চোখের জ্বলে ভেজা হাত যেখানে-সেখানে না মোছে, তাহলে রোগ বেশী ছড়াতে পারে না। কাজেই পরিষ্কার ক্রমাল বা ত্রাকড়া দিয়ে চোখ মুছে সেই ব্যবহৃত ক্রমাল বা ত্রাকড়া যেন নিরাপদ স্থানে ফেলে দেওয়া অথবা ভাল করে সাবান দিয়ে কেচে নেওয়া হয়—অবশ্য ক্রমাল বার বার বদলে ফেলা আরও ভাল।

যারা আক্রান্ত হয় নি, তাদেরও যথেষ্ট সাবধান হওয়া উচিত। যত দিন এই মহামারী চলতে থাকবে, ততদিন যখন-তখন কেউ যেন চোখে হাত না দেয়। যদি চোখে হাত দেবার প্রয়োজন হয়, তাহলে হাত ভাল করে ধুয়ে নেওয়া উচিত। এতদসত্ত্বেও হাওয়ার সংশ্লিষ্ট জীবাণু বা ভাইরাস স্ত্রু চোখে বাসা বাঁধতে পারে। সেই জন্তে দিনে কয়েক বার করে পরিষ্কার জলের ঝাপটা দিয়ে চোখ ধুয়ে ফেলা নিরাপদ। সম্ভব হলে আই-ড্রপারে করে পরিষ্কৃত জল অথবা লবণ জল (Normal saline = ১ আউন্স জলে ১

চিম্টি লবণ) দিয়ে ধুয়ে ফেললেও ভাল হয়। এক এক বারে দু-তিন ড্রপার ভর্তি জল দিয়ে ধুতে হবে। চোখ ধোয়ার জলে যেন কোন জীবাণুনাশক ঔষধ ব্যবহার না করা হয়। এই রোগের প্রসার প্রতিরোধ করতে হলে এই নিয়ম-গুলি প্রতিষেধক হিসাবে বিশেষ ফলপ্রসূ। এছাড়া এই রোগের যে ঔষধ ব্যবহার করা হয়, সেই ঔষধগুলি দিনে একবার কি দু-বার করে প্রতিটি চোখে এক ফোঁটা করে দিলেও ফলপ্রসূ হবে বলে অনুমান হয়।

এই রোগে নানাবিধ ঔষধ ব্যবহৃত হয়ে থাকে। রোপা ধাতুর নানা লবণ (Protargol, Argryol), মার্কিউরোক্রোম, পেনিসিলিন, টেরা-মাইসিন, ক্লোরামফ্যানিকল, গালফাসেটামাইড প্রভৃতি ঔষধ ব্যবহৃত হয়ে থাকে। শেষোক্ত ঔষধটি নিরাপদ এবং যথেষ্ট ফলপ্রসূ। এই প্রসঙ্গে সতর্ক করে দেওয়া সঙ্গত মনে করি যে, এই ঔষধগুলি যেন আপন মতে কেউ ব্যবহার না করে, সর্বদাই চিকিৎসকের পরামর্শ লওয়া উচিত। আপাতদৃষ্টিতে রোগটি হারান্নক মনে হলেও জনসাধারণ যেন অনর্থক উদ্বিগ্ন বা চিন্তিত না হন। বেশীর ভাগ ক্ষেত্রেই এই রোগ সপ্তাহ ষানেকের মধ্যে নিরাময় হয়ে যায় এবং পরে কোন ক্ষয়-ক্ষতির লক্ষণ থাকে না।

নক্ষত্রের ব্যাস

গিরিজাচরণ ঘোষ

রাতের অন্ধকারে আকাশের দিকে তাকালে যে অসংখ্য নক্ষত্র আমাদের চোখে পড়ে সেগুলির প্রত্যেকটির ব্যাস কত, তা ঊনবিংশ শতাব্দীর শেষ ভাগেও সঠিকভাবে জানবার কোন উপায় ছিল না। অজ্ঞান করা হতো, ঐ নক্ষত্রগুলির ব্যাস আমাদের সূর্যের ব্যাসেরই সমান। আমাদের সূর্যের ব্যাস হলো 139×10^5 কিলো-মিটার বা 864200 মাইল। নক্ষত্রের ব্যাস পরিমাপের উপায় উদ্ভাবিত হবার পর দেখা গেল, আকাশে এমন অনেক নক্ষত্র রয়েছে, যাদের ব্যাস সূর্যের ব্যাসের চেয়ে বহুগুণ বড়। যেমন, বুটস নক্ষত্রমণ্ডলীর অন্তর্গত স্বাতী নক্ষত্রের (Arclurus) ব্যাস হলো সূর্যের ব্যাসের সাতাশ গুণ, অর্থাৎ সাতাশটা সূর্য পাশাপাশি রাখলে স্বাতী নক্ষত্রের ব্যাস দাঁড়াবে। বৃষরাশির অন্তর্গত রোহিণী নক্ষত্রের (Aldebaran) ব্যাস হলো সূর্যের ব্যাসের আটত্রিশ গুণ। কালপুরুষ নক্ষত্রমণ্ডলীর অন্তর্গত আর্জী নক্ষত্রের (Betelgeuse) ব্যাস হলো সূর্যের ব্যাসের দু-শ' দশ গুণ। আর বৃশ্চিক রাশির অন্তর্গত জ্যোষ্ঠা নক্ষত্রের (Antares) ব্যাস হলো সূর্যের ব্যাসের সাড়ে চার-শ' গুণ অর্থাৎ এই নক্ষত্র পৃথিবীর কক্ষপথ সমেত আমাদের সূর্যকে অনারাসে ঘিরে ফেলতে পারে।

নক্ষত্রের ব্যাস পরিমাপের পদ্ধতির কথা বিজ্ঞানী কিজু (F.zeau) প্রথম জানান 1868 খৃষ্টাব্দে। পরে 1874 খৃষ্টাব্দে ষ্টীফান (Stephan) কিজুর উদ্ভাবিত পদ্ধতিতে নক্ষত্রের ব্যাস পরিমাপের চেষ্টা করেন। কিন্তু তখন নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্যের (Objective) পরিসর বেশী না থাকায় ষ্টীফান ঐ কাজে সাফল্য অর্জন করতে

পারেন নি। 1890 খৃষ্টাব্দে মাইকেলসন (Michelson) এই পদ্ধতিতে বৃহস্পতির উপগ্রহগুলির ব্যাস পরিমাপ করেন। পরে নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্রের উৎকর্ষ বৃদ্ধি পাওয়ার ফলে নক্ষত্রের ব্যাস পরিমাপ করা সম্ভব হয়। তবে নক্ষত্রের ব্যাস সঠিকভাবে নির্ণয় করা সম্ভব হয় বিংশ শতাব্দীর দ্বিতীয় দশকে।

এখন কিছু কর্তৃক উদ্ভাবিত নক্ষত্রের ব্যাস পরিমাপের পদ্ধতিটি কিরূপ, তা জানানো যেতে পারে। এই পদ্ধতিতে নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্যের সম্মুখে দ্বৈত চিড় (Double slit) ব্যবহার করে আলোর ব্যতিচারের (Interference) সাহায্যে নক্ষত্রগুলির ব্যাস পরিমাপ করা হয়। আলোর ব্যতিচার কাকে বলে, তা পূর্বে জানা প্রয়োজন। স্থির জলাশয়ে যদি একটা ঢিল ফেলা যায় তবে দেখা যাবে, ঐ জলে তরঙ্গ উঠছে। ভাল করে লক্ষ্য করলে দেখা যাবে, ঐ তরঙ্গের মধ্যে কোন অংশ জলের স্থির তলের কিছুটা উপরে রয়েছে এবং কোন অংশ স্থির তলের কিছুটা নীচে রয়েছে। তরঙ্গের যে অংশ স্থির তলের উপরে রয়েছে, তাকে বলা হয় তরঙ্গ-শীর্ষ (Crest) এবং যে অংশ স্থির তলের নীচে রয়েছে, তাকে বলা হয় তরঙ্গ-পাদ (Trough)। তরঙ্গ-শীর্ষ এবং তরঙ্গ-পাদের উত্থান-পতনেই ঢেউ এগিয়ে চলে। পর পর দুটি তরঙ্গ-শীর্ষের দূরত্বকে তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য (Wave length) বলা হয়। এখন মনে করা যাক, কোন স্থির জলাশয়ে পাশাপাশি দুটি ঢিল ফেলা হলো। এই অবস্থার নিক্ষেপিত দুটি ঢিল থেকেই তরঙ্গ উঠতে থাকবে। এখন লক্ষ্য করলে এমন কতকগুলি স্থান দেখা যাবে, যেখানে

একটির তরঙ্গ-শীর্ষ অপরটির তরঙ্গ-পাদদের সঙ্গে মিলিত হয়ে উত্থান-পতন রহিত অবস্থার রয়ে গেছে। আবার এমন কতকগুলি স্থান দেখা যাবে, যেখানে একটির তরঙ্গ-শীর্ষ অপরটির তরঙ্গ-শীর্ষের উপর পড়েছে অথবা একটির তরঙ্গ পাদ অপরটির তরঙ্গ-পাদদের সঙ্গে মিলিত হয়েছে। এই অবস্থার জলাশয়ের ঐ স্থানগুলির দ্বিগুণ উত্থান এবং দ্বিগুণ পতন পরিলক্ষিত হবে। একেই বলা হয় ব্যতিচার (Interference)। যেহেতু আলোও তরঙ্গের আকারে গমন করে, সেহেতু অমুরূপ দুটি বিন্দু আলোক-উৎস যদি পাশাপাশি রাখা যায়, তবে ওদের তরঙ্গের পারস্পরিক উপরিপাতের ফলে কোন কোন বিন্দু সম্পূর্ণ আলোকবিহীন অবস্থার এবং কোন কোন বিন্দু দ্বিগুণ আলোকিত অবস্থার দেখা যাবে অর্থাৎ উজ্জ্বল এবং অন্ধকার রেখার ঝালর (Fringe) সৃষ্টি হবে।

এবার কিরে আসা যাক নক্ষত্রের ব্যাস পরিমাপের পদ্ধতিতে। মনে করা যাক, O হলো একটি নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য (Objective), যার F হলো ফোকাস-তল (1নং চিত্র)। ঐ অভিলক্ষ্যের

চাকনার S_1 এবং S_2 চিড়-এ। এখানে S_1 এবং S_2 দুটি অমুরূপ আলোক-উৎস (Coherent sources) হিসেবে কাজ করবে, ফলে দূরবীক্ষণের F ফোকাস-তলে ওদের ব্যতিচার পরিলক্ষিত হবে। যেহেতু Q হলো S_1 এবং S_2 থেকে সমান দূরবর্তী, সেহেতু উভয় আলোক-উৎস থেকে আগত তরঙ্গের তরঙ্গ-শীর্ষ (অথবা তরঙ্গ-পাদ) ঐ Q বিন্দুতে মিলিত হবে এবং ঐ স্থানে একটি উজ্জ্বল আলোক-রেখার সৃষ্টি হবে। যদি Q-এর পার্শ্ববর্তী R এবং P স্থানে S_1 এবং S_2 উৎস দুটি থেকে আগত তরঙ্গদ্বয়ের একটির তরঙ্গ-শীর্ষ অপরটির তরঙ্গ-পাদদের সঙ্গে মিলিত হয়, তবে ঐ R এবং P স্থান দুটিতে অন্ধকার রেখার সৃষ্টি হবে। এইভাবে F ফোকাস-তলে পর পর উজ্জ্বল এবং অন্ধকার রেখা সমন্বিত ঝালর দেখা যাবে। এখন মনে করা যাক, আলোক-উৎসের চিড়টি A স্থানে না রেখে B স্থানে স্থাপন করা হলো। এই অবস্থায় দূরবীক্ষণ যন্ত্রের F ফোকাস-তলে উজ্জ্বল রেখাটি Q স্থানের পরিবর্তে R স্থানে সৃষ্টি হবে এবং Q স্থানে সৃষ্টি হবে অন্ধকার



1নং চিত্র

সম্মুখে D হলো একটি চাকনা, যার মধ্যে S_1 এবং S_2 হলো দুটি সমান্তরাল পরিবর্তনশীল সরু চিড় (Slit)। মনে করা যাক ঐ দূরবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্যের সামনে বেশ খানিকটা দূরে একটা সোডিয়াম আলোক-উৎস রাখা হলো। একটা সরু চিড় A দিয়ে ঐ আলো গিয়ে পড়লো D

রেখাটি। এবার মনে করা যাক, A এবং B উভয় স্থানেই আলোক-উৎসের দুটি চিড় রাখা হলো। এখন F ফোকাস-তলে একটি উৎসের জন্তে যেখানে অন্ধকার রেখা সৃষ্টি হবে, অপর উৎসের জন্তে সেখানে সৃষ্টি হবে উজ্জ্বল রেখা। ফলে F ফোকাস-তলে আর ঝালর দেখা যাবে

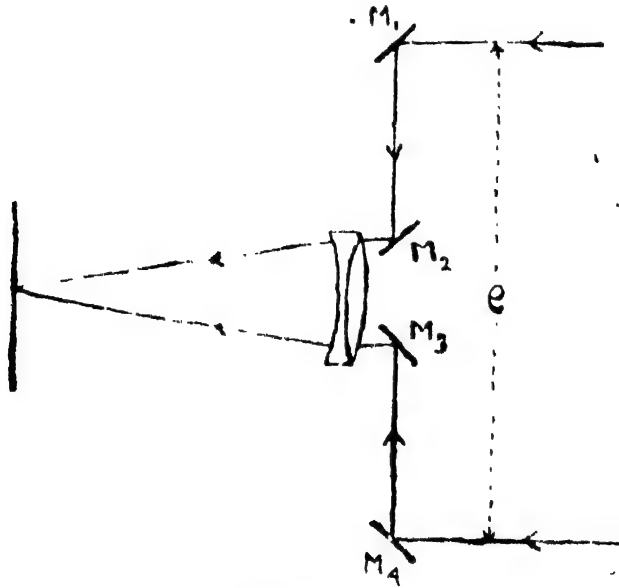
না। ঐ কোকাস-তল তখন সমভাবে আলোকিত অবস্থায় দেখা যাবে।

যদি AB দূরত্বটুকু অভিলম্বের O বিন্দুতে ϕ কোণ সৃষ্টি করে, তবে সাধারণ জ্যামিতির সাহায্যে প্রমাণ করা যাবে $\phi = \frac{\lambda}{2a}$, যেখানে λ হলো আলোর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য এবং a হলো S_1 এবং S_2 চিড় দুটির দূরত্ব।

এখন একটা পরীক্ষা করা যেতে পারে। S_1 এবং S_2 চিড় দুটির দূরত্ব (অর্থাৎ a) স্থির রেখে আলোক-উৎসের চিড়টি A থেকে B এর দিকে ধীরে ধীরে প্রসারিত করা হতে লাগলো। এই অবস্থায় ঐ চিড়টিকে অসংখ্য চিড়ের সমষ্টি বলে গণ্য করা হবে। কলে প্রতিটি চিড়-এর জন্তে F

মানে রাখতে হবে, এক্ষেত্রে AB-এর দূরত্ব খুবই সামান্য।

এবার মনে করা যাক, আলোক-উৎসের ফাঁক AB স্থির রাখা হলো, অর্থাৎ ϕ এর মান নির্দিষ্ট রইলো। উপরের সমীকরণ থেকে দেখা যাচ্ছে, ϕ -এর মান a -এর মানের উপর নির্ভরশীল। ϕ -এর মান কম হলে a -এর মান বাড়তে হবে। সুতরাং ϕ -এর মান নির্দিষ্ট থাকলে a -র মান অর্থাৎ S_1 এবং S_2 চিড় দুটির দূরত্ব হ্রাস-বৃদ্ধি করে F কোকাস-তলের আলর সম্পূর্ণ অদৃশ্য করা যায়। তবে মনে রাখতে হবে, ϕ -এর মান $\frac{3\lambda}{2a}$, $\frac{5\lambda}{2a}$, ইত্যাদির জন্তেও আলর সম্পূর্ণ অদৃশ্য হবে। কাজেই a -র যে সর্বনিম্ন মানের



2নং চিত্র

কোকাস-তলে পাশাপাশি অসংখ্য আলর সৃষ্টি হতে থাকবে, অর্থাৎ F কোকাস-তলের আলর অস্পষ্ট হতে থাকবে। উৎসের চিড়টি যখন A থেকে B পর্যন্ত সম্পূর্ণ প্রসারিত হবে, তখন কোকাস-তলের আলর সম্পূর্ণ অদৃশ্য হবে। তবে

জন্তে ঐ আলর অদৃশ্য হবে, তাই গ্রহণ করতে হবে। আর একটি কথা, AB উৎসটি যদি চিড়-এর পরিবর্তে একটি বৃত্তাকার আলোক-উৎস হয়, তবে বিশ্লেষণ করে দেখা গেছে, ঐ বৃত্তের কৌণিক ব্যাস $\phi = 1.22 \frac{\lambda}{a}$ হবে।

এখন AB-কে যদি দূরবর্তী কোন নক্ষত্রের ব্যাস হিসেবে ধরা হয়, তবে তার কৌণিক ব্যাস ϕ -এর মান উপরিউক্ত সমীকরণের সাহায্যে নির্ণয় করা যাবে। যদি ঐ নক্ষত্রের দূরত্ব D জানা থাকে তবে ঐ নক্ষত্রের রৈখিক ব্যাস $d = D\phi$ হবে।

সাধারণতঃ স্থির নক্ষত্রগুলির কৌণিক ব্যাস 0.01 সেকেন্ড কোণের মাপকাঠি অনুসারে পাওয়া যায়। কলে দূরবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্যের পরিসর বেশী হওয়া একান্ত প্রয়োজন। পরিসর বেশী করার উদ্দেশ্যে মাইকেলসন উপরিউক্ত পদ্ধতির কিছুটা পরিবর্তন (Modification) করেন। তিনি তাঁর পরিবর্তিত পদ্ধতিতে চারটি দর্পণ M_1, M_2, M_3 এবং M_4 একটি ক্রেমের উপর স্থাপন করেন (2নং চিত্র) এবং তার সঙ্গে যুক্ত করেন একটি দূরবীক্ষণ যন্ত্র। দূরবর্তী নক্ষত্র থেকে আগত আলো M_1 এবং M_4 দর্পণে প্রথমে আপতিত হয়, পরে সেগুলি M_2 এবং M_3 দর্পণে প্রতিফলিত হয়ে দূরবীক্ষণের অভিনেত্রে (Eyepiece) গিয়ে পড়ে। M_1 এবং M_4 দর্পণ দুটির

পারস্পরিক দূরত্ব ইচ্ছামত পরিবর্তন করা যায়। যদি উক্ত দর্পণ দুটির দূরত্ব হয় c , তবে নক্ষত্রের কৌণিক ব্যাস $\phi = 1.22 \frac{\lambda}{c}$ রেডিয়ান।

মাইকেলসন কালপুরুষ নক্ষত্রমণ্ডলীর অন্তর্গত আর্দ্রা নক্ষত্রের ব্যাস পরিমাপের সময় $e = 121''$ দেখলেন। যদি $\lambda = 5750 \text{ A. U.}$ হয়, তবে আর্দ্রার কৌণিক ব্যাস $\phi = 0.047''$ ।

শুধু আর্দ্রা নয়, পরে এই পদ্ধতিতে বহু নক্ষত্রের ব্যাস পরিমাপ করা সম্ভব হয়েছে। নক্ষত্রের ব্যাস পরিমাপের আর একটি পদ্ধতি চাণু আছে। নক্ষত্রের বর্ণালী থেকে তার তাপের পরিমাণ জানা যায়। তার কলে নক্ষত্রের এক বর্ণ সেক্টিমিটার থেকে বিচ্ছুরিত দীপ্তির পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। এই অবস্থায় যদি ঐ নক্ষত্রের দূরত্ব এবং দৃষ্টিগত ঔজ্জ্বল্য জানা থাকে, তবে ঐ নক্ষত্রের উপরিতলের বিকিরণের পরিমাণ নির্ণয় করে ঐ নক্ষত্রের উপরিতলের ক্ষেত্রফল পরিমাপ করা যায় এবং তা থেকে নির্ণয় করা হয় নক্ষত্রের ব্যাস।

কীটনাশক মাটি

প্রশান্ত মৈত্র*

স্থিতির আদি থেকে আজ পর্যন্ত পৃথিবীতে ধূলা, বালি, মাটি, পাথর, কার্বন ইত্যাদি উদ্ভিদ ও জীব জগতের অভ্যদরে ও সভ্যতার ক্রম-বিকাশ সাধনে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা গ্রহণ করে আসছে। কীট-পতঙ্গের বিকাশের ক্ষেত্রে মাটির যে অবদান, কীট-পতঙ্গ ধ্বংসের ক্ষেত্রে বিপরীত কি গুণ সে অর্জন করতে পারে, তাই আজ আমাদের বিচার্য। তার আগে সংক্ষেপে বলি মাটি (Clay) কি?

পাথির পদার্থ দুটি গোষ্ঠীতে বিভক্ত—জৈব ও অজৈব। প্রাণী, উদ্ভিদ ইত্যাদি জৈব পদার্থের দ্বারা গঠিত। পাহাড়-পর্বত, পাথর, বালি ইত্যাদি অজৈব গোষ্ঠীভুক্ত। পাহাড়, পাথর ইত্যাদির অন্তর্গত অ্যালুমিনিয়াম ও সিলিকন যৌগ জল-বায়ু ও আবহাওয়ার দ্বারা রাসায়নিক উপায়ে পরি-বর্তিত ও বিশ্লেষিত হয়ে এক নূতন যৌগিক পদার্থে পরিণত হয়, যাকে আমরা মাটি বলে জানি। মাটির বড় গুণ হলো—অল্প জল মিশ্রিত করলে নমনীয়তা আসে।

খনিজ পদার্থ, কার্বন বা অকার, ধূলা এবং মাটি—এই জাতীয় কয়েকটি পদার্থ রাসায়নিক সংযোগে কীটনাশকে পরিণত হয়। মরদার পোকের (*Trileolium castaneum*) উপর পরীক্ষা করে দেখা গেছে যে, একমাত্র রাসায়নিক পদার্থমিশ্রিত মাটি ও কার্বনে কীটনাশক গুণাগুণ বেশী এবং অ্যাসিডমিশ্রিত চীনা মাটি (Kaolin) এত ভাল ফল দেয় যে, ডি. ডি. টি-র সঙ্গে তুলনীয়।

বিভিন্ন জাতীয় মাটি, কার্বন ইত্যাদি নিয়ে নির্দিষ্ট পরিমাণ চাপ, তাপ ও সময়ে বিভিন্ন

প্রক্রিয়ার হাইড্রোক্লোরিক বা সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত করা হয়। তাতে মাটি বা ঐ পদার্থের অনেক গুণ লক্ষ্য করা যায়, যেমন কীট-নাশকতা, আর্দ্রতাশোষণ ইত্যাদি।

পরীক্ষাগারে কাচের আধারে 24 ঘণ্টা ধরে শতকরা 60 ভাগ আর্দ্রতায় এবং 81° ফারেন হাইট তাপে কীটের (Insect pest) উপর এই জাতীয় মাটি বা পদার্থের পরীক্ষা করা হয়েছে। ফলাফলস্বরূপ মৃত্যুর শতকরা হিসাব বের করা হয়। নিম্নে কয়েকটি দেখান হলো।

কীটনাশক মাটি বা দ্রব্য মৃত্যুর শতকরা হার

(1) বালি (Sand)	55
(2) কাঠের ছাই (Wood ash)	7
(3) গোবরের ছাই (Dung ash)	16
(4) ভুয়ের ছাই (Paddy husk ash)	58
(5) নারকেল খোসার ছাই (Cocoanut shell carbon)	100
(6) অকার (Carbon)	100
(7) মাটি (Earth)	83

অ্যাসিডমিশ্রিত এই জাতীয় মাটিকে আমরা 'রূপান্তরিত মাটি' আখ্যা দিতে পারি। রূপান্তরিত মাটি বা ধূলা শস্তের সঙ্গে মিশিয়ে এবং উপ-যোগিতা দেখবার জন্তে বিশেষ করে এক ধরনের কীট-পতঙ্গ ধ্বংসকারী জীবাণুর (*Bacillus thuringiensis*) সঙ্গে মিশিয়ে প্রয়োগ করা হয়েছে এবং সংরক্ষণাগারের ঝাড়শস্তের বস্তায় প্রতি বর্গফুটে 250 গ্রাম করে ছিটিয়ে দেয়া গেছে যে, 4 মাস পর্যন্ত কীট-পতঙ্গ (যেমন চালের পোকা,

*পাশ্চিমবঙ্গ রাজ্য সংরক্ষণাগার সংস্থা, 45, গণেশচন্দ্র আ্যাভিনিউ, কলিকাতা-13

ময়দার পোকা, যথ) ঐ ঋতুশস্ত্র আক্রমণ করতে পারে না। বিভিন্ন তাপ ও আর্দ্রতার কীট-পতঙ্গের উপর এই মাটির ফলাফল নিয়ে পরীক্ষা চলছে। ভারতবর্ষের বিভিন্ন স্থান থেকে কাঁচা মাটি সংগ্রহ করে অ্যাসিড প্রক্রিয়ায় তাদের কীটনাশক হিসাবে গড়ে তোলা হয়েছে। সমস্ত ধরণের মাটির ভিতরে চীনা মাটিজাতীয় মাটি এই কাজে সর্বাপেক্ষা ফলপ্রসূ। আর্দ্রতা শোষণ, রীচিং ক্ষমতাও এর অনেক বেশী।

কেন্দ্রীয় ঋতু গবেষণাগারে (মহীশূর) ঐ জাতীয় এক ধরণের মাটিকে কীটনাশক হিসাবে তৈরি করবার প্রণালী বের করা হয়েছে। এখানে তার সংক্ষিপ্ত পরিকল্পনা দেয়া হলো।

মাটি পেবাইকরণ → সালফিউরিক অ্যাসিড যুক্তকরণ → পাথরের পাথ্রে মিশ্রিতকরণ [6 ঘণ্টা ধরে প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে 3 পাউণ্ড চাপে] → ঘোঁতকরণ → রৌদ্রে শুষ্ককরণ → গরম বায়ুতে শুষ্ককরণ [3 ঘণ্টা ধরে 110° সেন্টিগ্রেড তাপে] → চূর্ণকরণ → তাপ প্রয়োগ।

এখন দেখা বাকি রূপান্তরিত মাটি কীট-পতঙ্গের উপর কিভাবে কাজ করে। মাটিকে এইভাবে রাসায়নিকের দ্বারা রূপান্তরিত করলে তার আর্দ্রতা শোষণ করবার ক্ষমতা ভয়ানকভাবে বৃদ্ধি পায়। কীট-পতঙ্গ সংরক্ষণাগারের বস্তার উপর দিয়ে হেঁটে যাওয়ার সময় তাদের বহিঃকোষ (Cuticle) এই মাটি লেগে বহিঃকোষের তৈলাক্ত পদার্থ নষ্ট হয় এবং ধীরে ধীরে এই মাটি কীট-পতঙ্গের শারীরিক আর্দ্রতা (Moisture) শোষণ করে এবং শুষ্কতা-ফেছু তাদের বিনাশ হয়। আবহাওয়ার আর্দ্রতা শোষণ করতে করতে অবশ্য কীটনাশকতার গুণ কিছু কমে গেলেও সম্পূর্ণ নষ্ট হয় না। এই প্রক্রিয়ায় রূপান্তরিত মাটি কীট-পতঙ্গ ধ্বংস করে বলে তারা যথেষ্ট প্রতিরোধ ক্ষমতা গড়ে তুলতে পারে না।

শারীরিক আর্দ্রতাহীনতার জন্তে ময়দার পোকার বৃত্তার হার এখানে দেখানো হলো। দিনের

আর্দ্রতা শতকরা 75 ভাগ ও তাপমাত্রা 78° ফারেনহাইট।

পরীক্ষাকালের সময়	ওজন হ্রাস (শতকরা হিসাব) শারীরিক	মৃত্যুর হার (শতকরা হিসাব)
(Exposure)	(Weight loss)	
4 ঘণ্টা পরে	5'33	0'0
16 ঘণ্টা পরে	23'30	69'0
24 ঘণ্টা পরে	35'22	100'0

সংরক্ষণাগারের ঋতুশস্ত্রের বস্তার রূপান্তরিত মাটি ছিটিয়ে দেখা গেছে যে, চালের পোকা, ময়দার পোকা ও খাপুরার ক্ষেত্রে খুব ভাল ফল দেয়। *Bacillus thuringiensis* নামক জীবাণু মিশিয়ে এই মাটি প্রয়োগ করে দেখা গেছে যে, যথেষ্ট আক্রমণ থেকে ঋতুশস্ত্র রক্ষা পায়। তাছাড়া, রবিশস্ত্র, গুঁষ, কফি ইত্যাদির কীট-পতঙ্গের ক্ষেত্রেও এই মাটি ভাল ফল দেয়।

রূপান্তরিত মাটি কীট-পতঙ্গের আক্রমণ থেকে ঋতুশস্ত্রকে দীর্ঘদিন অক্ষত অবস্থায় রাখে এবং বিশেষ করে বীজ সংরক্ষণের ক্ষেত্রে ভাল ফল দেয়। ফসল কেটে শুকিয়ে নেবার পর তাতে যদি এই মাটি প্রয়োগ করা হয়, তবে শস্ত্র দীর্ঘ দিন ভাল থাকে।

রূপান্তরিত মাটি সংরক্ষণাগার ছাড়াও গৃহে ব্যবহার করা যায়। শস্ত্রদানা ঝেঁড়ে ঢেলে পরিষ্কার করতে হবে, যাতে ধূলা, বালি, ঝড়-কুটা বা ধানের তুষ না থাকে। এইবার ওই মাটি শস্ত্র ঢেলে দিয়ে পাটটিকে ঝাঁকিয়ে ও নাড়া-চড়া করে শস্ত্র দানার সঙ্গে ভালভাবে মিশিয়ে দিতে হবে। শস্ত্রের পরিমাণ বেশী হলে ঐ প্রক্রিয়ায় ভাগ ভাগ করে মেশাতে হবে। এই মাটি-মিশ্রিত শস্ত্রদানা দীর্ঘদিন কীট-পতঙ্গের কবল থেকে রক্ষা পায়। তবে আটা ময়দাজাতীয় পেবাই করা পাতে এই মাটি মেশানো চলবে না।

[প্রবন্ধটির জন্তে C.F.T.R.I, Mysore-এর নিকট কৃতজ্ঞ। লেখক]

শ্রবণোত্তর শব্দ

সন্তোষকুমার ঘোড়াই

বস্তুর কম্পনই শব্দ সৃষ্টির মূল কারণ। বস্তুর কম্পনজাত তরঙ্গ কানের পর্দার আঘাত করলে শব্দ প্রতিগোচর হয়। তাই বলে সমস্ত কম্পনই শব্দের অঙ্গভূতি জন্মায় না। কম্পনের দ্রুততা বা কম্পনাঙ্কের উপর তা নির্ভর করে। সেক্ষেত্রে কম্পনের সংখ্যা কমপক্ষে 20 ও অনধিক প্রায় 20,000 হলে আমরা সাধারণতঃ শব্দ শুনতে পাই। কম্পনাঙ্কের এই সীমানাকে শ্রাব্যতা সীমা বলে। অবশ্য এই সীমা ব্যক্তিবিশেষে কিছুটা পরিবর্তিত হয়। সেক্ষেত্রে 20,000-এর উপর কম্পন হলে তাকে আলট্রাসোনিক বা শ্রবণোত্তর কম্পন বলা হয়। শ্রবণোত্তর কম্পন যে তরঙ্গের সৃষ্টি করে, তাকে বলা হয় শ্রবণোত্তর তরঙ্গ। শ্রবণোত্তর কম্পন আমাদের শ্রবণেন্দ্রিয়ের ক্ষেত্রে কোন অঙ্গভূতি জন্মায় না, সুতরাং তা নীরব তরঙ্গই সৃষ্টি করে। সাধারণ ফড়িং বা ঝিঁঝি পোকার শব্দ শ্রাব্যতার উচ্চ সীমানা—সেক্ষেত্রে 20,000 কম্পনের কাছাকাছি থাকে অর্থাৎ সরব ও নীরব তরঙ্গের সীমানায়েথায়। তাই দেখা যায় আমরা যে কড়িঙের শব্দ শুনি, অনেকে বিশেষতঃ বয়স্ক ব্যক্তিরা সাধারণতঃ তা শুনতে পান না।

পরীক্ষায় দেখা গেছে কুকুর কম শ্রবণোত্তর কম্পনাঙ্কে সাড়া দিতে পারে, আবার অনেক পাখীর ডাকও 50,000 কম্পনাঙ্ক ছাড়িয়ে যায়। ফড়িং ও ঝিঁঝি পোকার পায়ে শ্রবণেন্দ্রিয় থাকে এবং তা দিয়ে তারা উচ্চ কম্পনাঙ্কের ধ্বনি শুনতে পারে। বাছড় ডানা দিয়ে প্রায় 30,000 থেকে 50,000 কম্পনাঙ্কের তরঙ্গ সৃষ্টি করে এবং প্রতিবন্ধক থেকে এই তরঙ্গের প্রতিধ্বনির অঙ্গভূতি

লাভ করে সহজে পথ চিনে চলতে পারে। অনেক সামুদ্রিক মাছ ও কয়েক জাতীয় প্রাণীও শ্রবণোত্তর তরঙ্গ দিয়ে দূরের স্বজাতিসদৃশদের সঙ্গে সংযোগ স্থাপন করে। শুভাগারী কুজপৃষ্ঠ তিমি মাছও নাকি সেতারের তানের মত গান করে এবং এই শব্দের সঙ্গে শ্রবণোত্তর শব্দও মেশানো আছে। সমুদ্রের কোন কোন স্তরে এই শব্দ সহজে হাজার হাজার মাইল পথ অতিক্রম করে।

সাধারণ শব্দ-তরঙ্গের মত শ্রবণোত্তর তরঙ্গেরও বাহন হিসেবে বাস্তব মাধ্যম অপরিহার্য। প্রায় যে কোন স্থিতিস্থাপক বস্তুর দ্বারা শ্রবণোত্তর তরঙ্গ প্রবাহিত হতে পারে। কম্পনাঙ্ক বেশী বলে শ্রবণোত্তর তরঙ্গের তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য খুব কম। সাধারণতঃ শ্রবণোত্তর কম্পনের উচ্চ সীমার তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য 10^{-4} সে. মি. অথচ প্রতিগোচর শব্দের তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য প্রায় 30 সে. মি.। আজ পর্যন্ত পাওয়া সবচেয়ে বেশী শ্রবণোত্তর কম্পনাঙ্ক হলো সেক্ষেত্রে 10^{11} কম্পন। শ্রবণোত্তর তরঙ্গের প্রবাহ মাধ্যমের সান্দ্রতা (Viscosity), তাপ পরিবাহিতাঙ্ক, নির্দিষ্ট আয়তনে আপেক্ষিক তাপ এবং দুই আপেক্ষিক তাপের অঙ্গভূতির উপর নির্ভর করে। আবার প্রতিগোচর শব্দ-তরঙ্গের মত রুদ্ধতাপ অবস্থায় (Adiabatic condition) এই তরঙ্গ প্রবাহিত হয় এবং তা আলোর মত প্রতিফলিত, প্রতিসরিত, ব্যতিচারিত ও ব্যবর্তিত হয়। বিশোষণের (Absorption) ক্ষেত্রে শ্রবণোত্তর শব্দের আচরণ একটু ভিন্ন প্রকৃতির। নানান উপায়ে এই বিশোষণ পরিমাপ করা যায়। বিশোষিত শব্দশক্তি মাধ্যমের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে। বিশোষণের দ্বারা

কোন মাধ্যমের চলমান অবস্থার তাপীয় ও বায়বিক ধর্মের প্রবর্তন পাইয়া যায়।

শ্রবণোত্তর শব্দ সৃষ্টির উপায়

নানা উপায়ে এই শব্দ-তরঙ্গ সৃষ্টি করা যায়।

১. বায়বিক উপায়ে কম্পন সৃষ্টি

যেহেতু শ্রুতিগোচর শব্দ ও শ্রবণোত্তর শব্দের মধ্যে পার্থক্য হলো শুধু কম্পনাক্ষের, সুতরাং সুর সৃষ্টিকারী সুরশলাকা, বার্টমেন হাইসেল, গ্যালটন হাইসেল কিংবা কম্পান কাচের বা ধাতুর দণ্ডও শ্রবণোত্তর কম্পন সৃষ্টি করতে পারে। সুর-শলাকার কম্পন শলাকার দৈর্ঘ্যের বর্গের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়। সুতরাং খুব কম দৈর্ঘ্যের অর্থাৎ প্রায় কয়েক মিলিমিটার দৈর্ঘ্যের সুরশলাকার দ্বারা শ্রবণোত্তর কম্পন সৃষ্টি করা যায়। চার্লস-ডারউইনের সম্পর্কিত এক ভাই গ্যালটনের তৈরি হাইসেল দিয়ে সৃষ্ট শব্দ প্রাচ্যতা সীমা ছাড়িয়ে যায়। এই হাইসেলটি ৬ সে. মি. দৈর্ঘ্য ও ৫ সে. মি. ব্যাসাবিশিষ্ট একটি পিতলের চোঙ বিশেষ (১নং চিত্র)।



১নং চিত্র
গ্যালটন-হাইসেল

গ্যালটন হাইসেলে সজোরে ফুঁ দিয়েও পিষ্টন-টাকে সরিয়ে সরিয়ে প্রায় ৩০,০০০ কম্পনাক্ষ-বিশিষ্ট শব্দ পাওয়া যায়। তবে এই সব পদ্ধতিতে সৃষ্ট কম্পন নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে আবদ্ধ। সুতরাং বাস্তব ক্ষেত্রে এই সব পদ্ধতির প্রয়োগ প্রায় অচল।

২. বস্তুর চৌম্বক ধর্মীয় পরিবর্তনের দ্বারা কম্পন সৃষ্টি (Magnetostrictive oscillator)

যদি কোন অরশৌষক (Ferromagnetic) পদার্থের তৈরি দণ্ড চুম্বকত্ব পায়, তাহলে তার দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন ঘটে। এই ঘটনাকে ম্যাগনেটোস্ট্রিকশন (Magnetostriction) বলে। অল্প-ভাবে বলা যায়—যদি কোন চুম্বকত্বপ্রাপ্ত দণ্ডের দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন করা যায়, তাহলে তার চুম্বকের পরিমাত্রা পরিবর্তিত হবে। অরশৌষক পদার্থের এই দুটি ধর্মকে কাজে লাগিয়ে স্থিতিশীল শ্রবণোত্তর কম্পন সৃষ্টি করা হয়। বস্তুর আকৃতির পরিবর্তন নির্ভর করবে স্থায়ী চৌম্বকাবেশ রেখাঘনত্বের ঘনত্ব (Mag. Flux density) এবং তার পরিবর্তনের উপর। [$\Delta L = K \cdot B \cdot dB$;] ΔL আকৃতির পরিবর্তন, $B \rightarrow$ চৌম্বকাবেশ রেখাঘনত্বের ঘনত্ব, $\Delta B = B$ এর পরিবর্তন, K -প্রবক। ২নং ছবিতে অরশৌষকের উপরিনির্ভরিত ধর্মের ব্যবহার করে শ্রবণোত্তর তরঙ্গ সৃষ্টির একটি

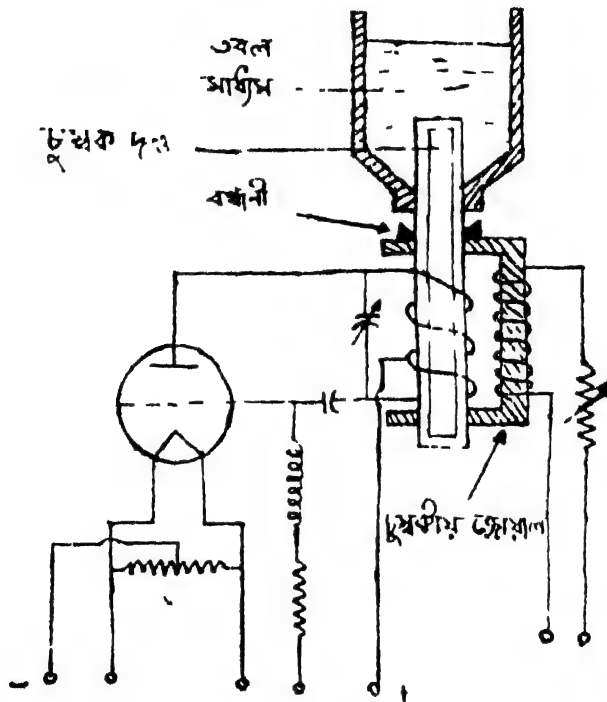
বর্তনী দেওয়া হলো। দণ্ডের অক্ষদৈর্ঘ্য কম্পন এখানে তরল মাধ্যমের দ্বারা প্রবাহিত হয়।

এই পদ্ধতিতে সেকেন্ডে ১৫,০০০ থেকে ৬০,০০০ কম্পন সৃষ্টি করা সুবিধাজনক। এরও উপরে কম্পনাক্ষ সৃষ্টি করতে হলে অল্প পদ্ধতি গ্রহণ করতে হবে।

3. পিজো ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার (Piezo-Electric Transducer) পদ্ধতি

কোন শকারমান বস্তু বাহ্যিক শক্তিকে কম্পন-শক্তিতে রূপান্তরিত করে। যে প্রণালীতে এই রূপান্তর ঘটে, তাকে ট্রান্সডিউসার বলে। তাই এই পদ্ধতিকে চূষকীয় ট্রান্সডিউসার পদ্ধতি বলা যেতে পারে। প্রেরক ট্রান্সডিউসারগুলির উদ্দেশ্য হলো কম্পনময় পর্যাবৃত্ত গতির দ্বারা প্রবণোত্তর কম্পন সৃষ্টি করা। যদি কোন কেলাসের

পর্যাবৃত্তভাবে পরিবর্তিত হবে; অর্থাৎ তড়িৎ অক্ষ বরাবর পর্যায়ক্রমে স্থান-বৃদ্ধি চলতে থাকবে, যা কম্পন সৃষ্টি করবে। সাধারণতঃ কোয়াট্জ্ কেলাসই ব্যবহৃত হয়। প্রবণোত্তর শব্দ-প্রবাহ সৃষ্টির ক্ষেত্রে একটি পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারকে প্রবণোত্তর কম্পনাকৃতিশিষ্ট ইলেকট্রনিক অসিলেটরের সাহায্যে পরিচালিত করা হয়। এই ট্রান্সডিউসারকে যখন মাধ্যম সংলগ্ন রাখা হয়, তখন মাধ্যমের মধ্য দিয়ে প্রবণোত্তর



২নং চিত্র

উপর চাপ বা টান প্রয়োগ করা হয়, তাহলে কেলাসের তলগুলিতে তড়িৎ সৃষ্টি হয়। কিংবা যদি কেলাসের পরস্পর বিপরীত তলে কোন বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করা যায়, তাহলে কেলাসের আকৃতির পরিবর্তন ঘটবে। এই ঘটনাকে পিজো-ইলেকট্রিক প্রক্রিয়া বলা হয়। ক্রম দিক পরিবর্তনশীল তড়িৎক্ষেত্রে কেলাসের আকৃতি

শব্দ সাধারণতঃ অহর্নিদ্রা তরঙ্গে প্রবাহিত হয়।

প্রবণোত্তর তরঙ্গমালাকে কোন একটি স্থানে কোঁকাস করতে হলে একটি বক্রতলীয় কেলাস দরকার। এর ক্ষেত্রে অবতল-কেলাস ব্যবহৃত হয়। তবে বিস্তৃত জায়গার অহুসন্ধান চালাতে গেলে উত্তল-কেলাস দরকার, যেমন—বিশাল সমুদ্রের

তিতর ডুবোজাহাজের অবস্থান জানবার জন্তে, যাকে বলা হয় সোনার (SONAR—Sound Navigation & Ranging)। শিজো-ইলেকট্রিক ধর্ম ব্যবহার করে শ্রবণোত্তর তরঙ্গ জানা ও যাঁপা যায়। এক্ষেত্রে কেলাসের উপর শব্দ-তরঙ্গ লম্বভাবে পড়লে পর একটি দিক পরিবর্তনশীল বিদ্যুৎচালক বলের সৃষ্টি হয় এবং তা পরিমাপ করেই শ্রবণোত্তর শব্দের গতি-প্রকৃতি জানা সম্ভব। একে বলা যায় গ্রাহক ট্রান্সডিউসার।

বাস্তব জীবনে শ্রবণোত্তর শব্দের প্রভাব ও প্রয়োগ

হিসাব করে দেখানো যায় যে, যদি কোন লোক অনর্গল এক-শ' পঞ্চাশ বছর কথা বলে চলে এবং তা থেকে বা শব্দশক্তি পাওয়া যায়, তা মাত্র এক কাপ জল কুটাতে সক্ষম, অথচ জলের মধ্যে শ্রবণোত্তর তরঙ্গ পাঠিয়ে মাত্র পাঁচ মিনিটে একটি ডিম সিদ্ধ করা যায়। এ থেকেই শ্রবণোত্তর তরঙ্গের শক্তির পরিমাণ অনুমের। বত কম্পনাক্রম বাড়ে, ততই বিশেষণ বেশী হয় এবং তাপমাত্রাও বৃদ্ধি পায়। সাধারণতঃ দুই বিপরীত ধর্মী মাধ্যমের সংযোগস্থলে এই ঘটনা বিশেষভাবে পরিলক্ষিত হয়, যেমন—কোন তরল পদার্থের মধ্যে কঠিন জিনিস বা বুদ্ধবৃদ্ধের উপস্থিতি। কোন তরল পদার্থের মাধ্যমে বেশী ক্ষমতাসম্পন্ন শ্রবণোত্তর তরঙ্গ পাঠালে তরলের মধ্যে বুদ্ধবৃদ্ধ সৃষ্টি হতে পারে—কিন্তু সৃষ্ট বুদ্ধবৃদ্ধ সজোরে বিনষ্ট হতে পারে।

যখন বেশী প্রাবল্যের শ্রবণোত্তর তরঙ্গ কোন তরল ও বাতাসের সংযোগস্থলে গিয়ে থাকে, তখন ঝানিকটা তরল পদার্থ কিন্‌কি দিয়ে উপরে উঠে পড়ে এবং তা গুঁড়া গুঁড়া হয়ে কুয়াশার সৃষ্টি করে। কুয়াশার ঘনত্ব নির্ভর করবে তরলের গুঁটটান ও শ্রবণোত্তর তরঙ্গের ক্ষমতার উপর। শ্রবণোত্তর শব্দের সঙ্গে আলোর সংঘাত বিষয়ে

রামন ও তাঁর সহকর্মীরা কিছু কাজ করেছেন। দেখা যায় যে, শ্রবণোত্তর তরঙ্গ কোন অচ্ছ তরল মাধ্যমে পর্যায়ক্রমে চাপের হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটায় এবং মাধ্যমটি তখন একটি আলো-প্রবেশ্য গ্রেটিং হিসেবে কাজ করে, যার উপরে আলো পড়ে অপবর্তিত হয়।

অমুক্তিবিচার:—তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য খুব কম হওয়ার জন্তে কোন নির্দিষ্ট দিকে শ্রবণোত্তর শব্দ চালনা করা যায় এবং কোন বস্তু থেকে তার প্রতিফলন বা প্রতিসরণ দিয়ে বেশীর ভাগ ক্ষেত্রে বস্তুর অবস্থান প্রভৃতি বিষয় জানা হয়। এজন্তে গ্রাহক ও প্রেরক—উভয় যন্ত্র প্রয়োজন। এই পদ্ধতিতে ডুবোজাহাজে করে সারা সমুদ্রতলদেশের একটা সম্পূর্ণ মানচিত্র তৈরি করা সম্ভব; মাছের ঝাঁক, নিমজ্জিত পাখাড়, ধ্বংসপ্রাপ্ত জাহাজ বা যুদ্ধকালীন শত্রুপক্ষের ডুবোজাহাজের অবস্থানও জানা যায়। মাছের পেটের বায়ু-বলি থেকে শ্রবণোত্তর তরঙ্গের প্রতিফলন মাছের ঝাঁকের অবস্থান জানিয়ে দেয়। যুক্তরাজ্যে জেলেদের মাছধরা জাহাজে এখন এই পদ্ধতি গ্রহণ করা হচ্ছে।

কোন ধাতুতে বা রবার-টার্মারে কোন কাটল বা ছিদ্র থাকলে তা সহজে শ্রবণোত্তর তরঙ্গ পাঠিয়ে জানা যায়। এই পরীক্ষার বস্তুটির কোন ক্ষতি হয় না। গ্রাহক ও প্রেরক ট্রান্সডিউসার দুটি পরীক্ষার জন্তে আনা বস্তুটির পরস্পর বিপরীত পার্শ্বে রাখা হয়। যদি কোন ক্রটি বস্তুটির মধ্যে থাকে, তাহলে গ্রাহক যন্ত্রে স্পন্দন কম হবে, কারণ ক্রটি-পূর্ণ জায়গাটি শ্রবণোত্তর তরঙ্গ-প্রবাহ আংশিক বা সম্পূর্ণভাবে বন্ধ করে দেয়। এই পদ্ধতির দ্বারা চুলের মত সূক্ষ্ম কাটলও ধরা পড়ে, বা অন্য কোন উপায়ে পাওয়া দুস্কর। বিমানের পাখা, বাস্পাধার, দ্রুতচালিত গ্যাস টারবাইন প্রভৃতি অত্যাবশ্যক প্রযান জিনিসগুলি পরীক্ষার জন্তে এই পদ্ধতি গ্রহণ করা হয়। একইভাবে ভূয়কের কোণায় কি পদার্থ আছে, তা জানা যায়। অস্ট্রেলিয়াতে

এই পদ্ধতি প্রয়োগ করে ম্যাকোরারী হুদের তলার লক্ষ লক্ষ মণ করবার সম্ভাবনা পাওয়া গেছে।

সমুদ্রে জলের নীচে তড়িৎ-চুম্বকীয় তরঙ্গের দ্বারা বেতার যোগাযোগ সম্ভব নয়। এক্ষেত্রে 30,000 কম্পনাক্ষর প্রবেশোত্তর তরঙ্গই বাহক-তরঙ্গের কাজ করে এবং বেতার যোগাযোগ রক্ষা করে।

স্থল যন্ত্রপাতি, যেমন—ঘড়ি, ছোট বস্তুর গিয়ার, বলপেনের মুখ, অপারেশন করবার যন্ত্রপাতি, দামী কারুকার্যবশিষ্ট গহনাগজ প্রভৃতি বেশী ক্ষয়-সম্পন্ন প্রবেশোত্তর তরঙ্গ দ্বিধে ভালভাবে পরিষ্কার ও ধোঁত করা হয়। কোন কঠিন পদার্থকে তৈলাক্ত পদার্থের বা অন্ত কোন ধারাপ পদার্থের পাতলা আবরণ থেকে মুক্ত করা যায়। ধোঁতকরণ সাধারণতঃ ক্যাভিটেশন (Cavitation) পদ্ধতিতে সংঘটিত হয়। ক্যাভিটেশন হলো প্রবেশোত্তর তরঙ্গ-প্রবাহের কালে চাপের দ্রুত হ্রাস-বৃদ্ধির দরুন কোন পদার্থের মধ্যে বুদবুদ বা ক্ষুদ্র গহ্বরের সৃষ্টি এবং তার সঙ্কোচে বিলুপ্তিসাধন। বুদবুদগুলির তীব্র সঙ্কোচন বা বিলুপ্তিসাধন সেধানকার তাপমাত্রাকে কয়েক-শ' ডিগ্রি এবং চাপকে কয়েক-শ' অ্যাটমস্ফিয়ারে বাড়িয়ে দেয়। প্রবেশোত্তর তরঙ্গ-প্রবাহের দরুন মাধ্যমের কণাগুলির বেশী ঘরনপ্রাপ্তি হেতুও কিছুটা ঘটে থাকে। প্রবেশোত্তর তরঙ্গ দিয়ে তরল বা কঠিন মাধ্যমে গুঁকিয়ে থাকা গ্যাসকে দূর করা যায়। বর্তমান বিশ্বে বহু লগ্নিতে ময়লা জামাকাপড় পরিষ্কার করবার জন্তেও এই তরঙ্গ ব্যবহৃত হয়। প্রবেশোত্তর তরঙ্গ জামাকাপড়ের বিন্দুযাত্র ক্ষতিসাধন না করে জামাকাপড় থেকে তাড়াতাড়ি ধূলা ময়লা ধুয়ে-মুছে সাক করে দেয়।

বেশী কম্পনাক্ষর এই শব্দ দিয়ে বাতাসে বা তরলে ভাসমান কণাগুলিকে বিচ্ছুরিত বা জমাট বাঁধানো যায়। বিচ্ছুরণের দরুন তেলে জলে মিশ খাওয়ানো যায়; কপূরকে (বা সাধারণ-ভাবে জলে দ্রবীভূত হয় না) জলে দ্রবীভূত করা

যায়। ধোঁরা ও কুয়াশার মধ্য দিয়ে প্রবেশোত্তর তরঙ্গ পাঠালে বাতাসে ভাসমান ঐ কণাগুলি জমাট বেঁধে বড় হয় এবং মাটিতে পড়ে যায়। ভাসমান কণাগুলির আকৃতি ও শব্দের কম্পনাক্ষর উপর নির্ভর করবে—বিচ্ছুরণ হবে, না জমাট বাঁধবে। বড় বড় কলকারখানায় এই তরঙ্গ পাঠিয়ে চতু-পার্শ্বের বায়ুমণ্ডলকে ধূলি ও ধোঁরামুক্ত রাখা হয়।

সাধারণভাবে গরম করে ঝাল দেওয়ার সময় বস্তুর উপর একটি অল্ট্রাইড আবরণ তৈরি হয়, বা অনেক ক্ষেত্রে ঝাল গ্রহণে বাধা প্রদান করে। প্রবেশোত্তর তরঙ্গ দিয়ে ঝাল দিলে এই সমস্ত ঝামেলার সম্মুখীন হতে হয় না। কোন কাচের দণ্ড প্রবেশোত্তর কম্পনে কাঁপতে থাকলে তা মোহা বা কাচের মত শক্ত বস্তুর মধ্যে প্রবেশ করে ছিঁড়ের সৃষ্টি করে।

নিশাকালীন দুকৃতকারীদের হাত থেকে কোন বাড়ী বা সম্পত্তি রক্ষা করার ক্ষেত্রেও প্রবেশোত্তর তরঙ্গ ব্যবহৃত হয়। কোন দুকৃতকারী সবার অজান্তে বাড়ী বা ঘেরা এলাকার মধ্যে প্রবেশ করে তিতরের দিকে এগুতে থাকলে প্রবেশোত্তর তরঙ্গ তার দেহ থেকে প্রতিফলিত হয়ে নির্দিষ্ট একটি বর্তনী সম্পূর্ণ করে এবং তার কলে সংলগ্ন ঘন্টাটি বেজে উঠে' সবাইকে সজাগ করে দেয়। দুকৃতকারী তিতরের দিকে আসতে থাকলে ডপ্লারের নিয়ম অনুযায়ী প্রতিফলিত তরঙ্গের কম্পনাক্ষর আপতিত নির্দিষ্ট কম্পনাক্ষর থেকে আলাদা হয়, যার কলে বর্তনী সংযোগ ঘটে ও ঘন্টা বাজতে থাকে।

বর্তমানে নিউক্লীয় ও মৌলিক কণা সঞ্চয়ী পদার্থবিজ্ঞানের রাজ্যেও এর প্রয়োগবিধি উল্লেখ-যোগ্য। হিলিয়াম বুদবুদ প্রকোষ্ঠের (Helium Bubble Chamber) প্রয়োজনীয় প্রসারণ প্রবেশোত্তর তরঙ্গ দ্বারা সাধিত হচ্ছে।

রসায়নের ক্ষেত্রে—কেলাসীকরণের সময় গলিত ধাতুতে প্রবেশোত্তর তরঙ্গ পাঠিয়ে ছোট এবং

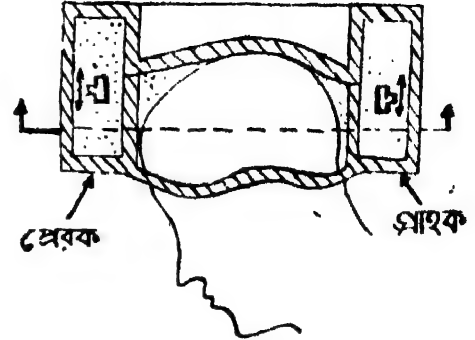
একই পরিবাহকের কেলস সৃষ্টি করা হয়। জটিল জৈব যৌগগুলিকে তাজা, রাসায়নিক বিক্রিয়াকে দ্বারা করা, বস্তুর স্ফুটনাঙ্কের পরিবর্তন করা, দ্রুত জারণকরিয়া ঘটানো প্রভৃতি রাসায়নিক পরিবর্তন শ্রবণোত্তর তরঙ্গের দ্বারা সংঘটিত হয়। রসায়নে অনেক ক্ষেত্রে এই তরঙ্গকে অম্লঘটক হিসেবে কাজে লাগানো হয়, যেমন—স্টার্চের দ্রবণে বেশী ক্ষমতাসম্পন্ন তরঙ্গ পাঠালে কিছুক্ষণ পরে স্টার্চকণা ডেজার্টিন কণার পরিবর্তিত হয়। অনেক রসায়নবিদের মতে জল শ্রবণোত্তর তরঙ্গের দ্বারা সহজে জারিত হয়ে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড গঠন করে।

জীববিজ্ঞান—শক্তিশালী শ্রবণোত্তর শব্দ-তরঙ্গ জীবদেহের লোহিত কণিকা নষ্ট করে দেয়। প্রোটোজোয়া ও কয়েক জাতীয় জীবাণুকে এই তরঙ্গ একেবারে মেরে কেলে বা পঙ্গু করে দেয়। এই তরঙ্গ প্রয়োগে ঈষ্ট তার প্রজনন ক্ষমতা হারিয়ে কেলে। তামাক গাছের সংক্রামক রোগ-জীবাণু (Tobacco Mosaic Virus) সম্পূর্ণ অক্ষম হয়ে পড়ে।

দুই বিভক্তিকরণের সময় এই তরঙ্গ পাঠালে কয়েক জাতীয় জীবাণু সম্পূর্ণভাবে নষ্ট হয়ে যায়। সাধারণতঃ কলেরা, বসন্ত প্রভৃতির বীজাণুগুলিতে শ্রবণোত্তর তরঙ্গ পাঠিয়ে তাদের বেশ কিছুটা দুর্বল করে দিয়ে রোগ প্রতিরোধক বীজাণু তৈরি করা হয়, বা টিকা বা ইন্জেকশন প্রভৃতির দ্বারা আক্রান্ত শরীরে ঢুকিয়ে ঐ সব রোগ প্রতিরোধক ক্ষমতা বাড়ানো হয়। শ্রবণোত্তর তরঙ্গ পাঠিয়ে কোন বীজের অঙ্কুরোদগম সাময়িকভাবে বন্ধ করা যায়, কারণ এই তরঙ্গ পাঠালে বীজের কোষ-বিভাজন ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায়।

চিকিৎসা-বিজ্ঞান—মানবদেহের উপর শ্রবণোত্তর তরঙ্গ প্রয়োগের প্রতিক্রিয়া হিসাবে দেহের তাপমাত্রা বেড়ে কৃত্রিম জ্বরের সৃষ্টি করে। এই প্রতিক্রিয়া কাজে লাগিয়ে কোন কোন অসুখে

অসুস্থ জ্বরগার এইভাবে তাপ প্রয়োগ করে তা সূস্থ করা হয়। দেহের কোন অংশের ব্যথা, বিশেষ করে বাতের বা গাঁটের ব্যথা দূর করা যায়।



৩নং চিত্র

শ্রবণোত্তর তরঙ্গের সাহায্যে মস্তিষ্ক পরীক্ষা

কোন নির্দিষ্ট টিস্যুকে শরীর থেকে বাদ দিতে হলে শ্রবণোত্তর তরঙ্গ ঐ স্থানে কোকাস করে টিস্যুটিকে নষ্ট করে দেওয়া হয়। এরূপ চিকিৎসাকে অস্ত্রবিহীন শল্যচিকিৎসা বলা হয়। বর্তমানে স্নায়ু-চিকিৎসায়ও এর অবদান উল্লেখযোগ্য। বিশেষভাবে মস্তিষ্কের টিউমার বা শরীরের অভ্যন্তরে কোন অংশে ক্যান্সার বা ফোঁড়া, গলগাধর নির্ধারণের জন্যে এবং অস্ত্রের মিউকোসা (Mucosa) স্তরের ঘনত্ব পরিমাপের জন্যে শ্রবণোত্তর তরঙ্গ ব্যবহৃত হচ্ছে। ডিপুথেরিয়া, বম্বা প্রভৃতি রোগের জীবাণু এই তরঙ্গে ধ্বংসপ্রাপ্ত হয়। হপিং কাশির সিরামও শ্রবণোত্তর তরঙ্গ পাঠিয়ে তৈরি করা হয়।

বেশী শক্তিমাত্রার শ্রবণোত্তর তরঙ্গ গর্ভাশয়ে পাঠিয়ে প্রাণ নষ্ট কিংবা মহিলাদের ডিম্বাশয়ে বা পুরুষদের শুক্রাশয়ে পাঠিয়ে বন্ধ্যাত্ব আনয়ন করা যায়। এসব ক্ষেত্রে এই তরঙ্গ ঐ সমস্ত জারণ-গার টিস্যুগুলিকে পুড়িয়ে নষ্ট করে দেয়। খুব বেশী শক্তিমাত্রার তরঙ্গ দিয়ে কোমোজোমের মধ্যস্থিত জিনগুলির (বা জীবের কোন না কোন গুণ

বা দোষের জন্তে দায়ী) আভ্যন্তরীণ গঠনে কিছুটা পরিবর্তন ঘটানো যেতে পারে।

কম শক্তিমাত্রার প্রবণোত্তর তরঙ্গ মহিলাদের গর্ভাবস্থা আনার সহায়তা করে। গর্ভবতী মহিলাদের জরায়ুতে কম কম্পনাক্রমের প্রবণোত্তর তরঙ্গ পাঠানো হয়। জরায়ুর স্থিতিশীল স্থানগুলি থেকে প্রতিকলিত তরঙ্গ গতিশীল স্থানগুলি থেকে ভিন্ন হয়। স্তন্যরাং জন্মটি যদি দশ সপ্তাহের কিংবা তার বেশী হয়, তাহলে জন্মটির গতিশীল হৃদযন্ত্রের ক্রিয়া প্রতিকলিত প্রবণোত্তর তরঙ্গের দ্বারা বোঝা যাবে। প্রতিকলিত প্রবণোত্তর তরঙ্গের তীক্ষ্ণতা থেকে জন্মের হৃৎস্পন্দন ভালভাবে বোঝা ও সঠিকভাবে গর্ভাবস্থা নির্ধারণ করা সম্ভব।

প্রবণোত্তর শব্দের উপর গবেষণা এসিয়ে চলেছে। দিনের পর দিন নানা ক্ষেত্রে এর নিত্য নতুন ব্যবহার বেড়েই চলেছে। বর্তমান শিল্প-জগতে প্রবণোত্তর শব্দ এক যুগান্তকারী বিপ্লব এনে দিয়েছে। উন্নত দেশগুলিতে প্রবণোত্তর শব্দের যন্ত্রপাতি তৈরির জন্তে কারখানা স্থাপিত হয়েছে। আমাদের দেশেও কিছু কিছু কারখানায় প্রবণোত্তর শব্দ দিয়ে খুঁৎ নির্ধারণ ও যন্ত্র বস্তু পরিষ্কার করার জন্তে যন্ত্রপাতি তৈরি হচ্ছে। পরিশেষে বলা যায়, ক্রমবর্ধমান উপযোগিতার জন্তে প্রবণোত্তর শব্দ নিঃসন্দেহে একদিন ব্যবহারিক জীবনে একটা বিরাট স্থান অধিকার করবে।

চর্মরোগে আলোক-সংবেদনের ভূমিকা

সুখাংশুবল্লভ মণ্ডল ও অজিতকুমার দত্ত*

আলোক-সংবেদন (Photosensitisation) শব্দের আক্ষরিক অর্থ হলো আলোক-রশ্মির প্রতি সংবেদনশীলতা। নিদানিক চর্মরোগের ক্ষেত্রে কিন্তু এই শব্দের প্রয়োগ মোটেই অর্থহীন নয় বরং বিভ্রান্তিকর। কারণ এই সংজ্ঞার অপ-প্রয়োগের দ্বারা একটা শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়াকে চর্মে সৃষ্ট এক প্রকার রোগলক্ষণ বলে আখ্যা দেওয়া হয়; অর্থাৎ এর দ্বারা বোঝানো হয় আলোক-রশ্মির প্রভাবে স্বকের অস্বাভাবিক প্রতিক্রিয়া, যেখানে অ্যালার্জিকটিত ব্যাপারগুলি সর্বাধিকার বর্তমান নাও থাকতে পারে। আরো বিশদভাবে বিশ্লেষণ করলে দেখা যায়, কিছু উদ্ভিদ ও ঔষধাদি আছে, যার মধ্যে এমন কোন বস্তু থাকে, যা স্বকের কোষবিশেষকে হৃৎ-তরঙ্গ বৈদ্যুতিক আলোক-রশ্মির প্রতি অস্বাভাবিকভাবে সংবেদনশীল করে তোলে। আর এই সকল

বস্তুর সংস্পর্শের ফলে সূর্য রশ্মির প্রতি উৎস্রুতকের জীবকোষের যে অতি সংবেদনশীলতা দেখা দেয়, তারই পরিণতিতে স্বকে উৎপন্ন হয় বিশেষ রোগ-লক্ষণ। চর্মরোগের ক্ষেত্রে এই রোগকেই বস্তুত: আলোক-সংবেদনশীল নামে অভিহিত করা হয়। প্রকৃতপক্ষে একে আলোক-সংবেদক চর্মরোগ বলে চিহ্নিত করাই সমীচীন বলে মনে হয়।

প্রসঙ্গত: উল্লেখযোগ্য যে, আকস্মিক ও কিছু যেরাঙ্গী পর্বায়ুক্ত Lupus Erythematosus রোগের ক্ষেত্রে সূর্যালোক সম্প্রতির ফলে উদ্ভূত চর্মরোগের অস্বাভাবিক প্রাবল্য ঘটে, তাছাড়া আনুষঙ্গিক অস্ত্রান্ত্র ব্যাধির প্রকোশে সমন্বিতভাবে জীবনসংশয়ও হতে পারে। সে জন্তে Hydroa-vacciniforme, Xeroderma-pigmentosum

*কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের স্নাতকোত্তর চর্মরোগ-বিজ্ঞান শাখা।

প্রভৃতি কোন কোন চর্মরোগের ক্ষেত্রে সূর্যালোক অথবা অতিবেগুনী আলোকসম্পাত সর্বতোভাবে পরিহার করা দরকার।

আবার এমন কিছু চর্মরোগ আছে, যেখানে চিকিৎসার প্রত্যাশিত ফলের আশায় ইচ্ছাকৃতভাবেই আলোক-সংবেদন প্রক্রিয়ার সাহায্য নেওয়া হয়। দৃষ্টান্তরূপ Goeckerman-O' Leary কর্তৃক নির্দেশিত পোরিয়ারিস (Psoriasis) রোগের চিকিৎসা পদ্ধতির উল্লেখ করা যায়।

দুর্ভাগ্যবশতঃ এই সব বিষয়ে চিকিৎসকের বধ্যায্ঞ জ্ঞানের অভাব অথবা ইচ্ছাকৃত উপেক্ষার জন্তে অনেক সময় সূর্যরশ্মি প্রয়োগের দ্বারা নানা রোগচিকিৎসার ক্ষেত্রে স্বতাবতঃই বিবিধ বিরূপ প্রতিক্রিয়া এমন কি মারাত্মক বিপর্যয় পর্যন্ত ঘটে।

মাত্র কিছু রোগলক্ষণের তিস্তিতে চর্মরোগের ক্ষেত্রে আলোক-সংবেদন পদ্ধতি অসংলগ্নভাবে ব্যবহৃত হলেও আসলে এর পশ্চাতে অন্তর্নিহিত প্রকৃত শারীরবৃত্তীয় পরিবর্তন ও ক্রিয়াকলাপ সম্পর্কে আমাদের জ্ঞান খুবই সীমিত। যা হোক, বহু গবেষকের সাধনাশ্রুত তথ্য এবং আধুনিক চিন্তাধারার পটভূমিকায় এই বিষয়ে কিঞ্চিৎ আলোকপাতের উদ্দেশ্যেই আলোচ্য প্রসঙ্গের অবতারণা করা হয়েছে।

চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য

আলোক-সম্পাতের কালে যে সকল চর্মরোগ উৎপন্ন হয়, তা মূল্যতঃ দ্বিবিধ প্রতিক্রিয়ার দ্বারা নিম্পন্ন হয়। যেমন—(১) কটোটারিক প্রতিক্রিয়া অথবা (২) কটোঅ্যালাজিক প্রতিক্রিয়া। প্রথমোক্ত ক্ষেত্রে রাসায়নিক বা আলোক-সম্পাতের সূচনাতেই প্রতিক্রিয়া দেখা দেয়। এখানে দ্রুত রাসায়নিকের কেন্দ্রীভবন ও আলোক-সম্পাতের স্থিতিকালই প্রধান প্রতিপাদ্য বিষয়। মাত্রাধিক সূর্যতাপের দহনের প্রতিক্রিয়ার সঙ্গে এর বিশেষ সাদৃশ্য দেখা যায় এবং দেহের অনাবৃত অংশেই

রোগলক্ষণ সীমিত থাকে। শেষোক্ত ক্ষেত্রে সংবেদন সৃষ্টির প্রাক্কালে দ্রুত বস্তুর সংস্পর্শই প্রধান ও গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। এখানেও রোগলক্ষণের সঙ্গে সূর্যতাপে দহনের সাদৃশ্য থাকে। তা ছাড়াও আমবাতি রূপে, স্থির রক্তাভ চিহ্নাকারে, আবেদন মত, প্রদাহ আকারে কিংবা ক্ষেটিকরূপেও রোগলক্ষণ আবিভূত হতে দেখা যায়। অনাবৃত ছাড়া আবৃত দেহাংশেও রোগলক্ষণ যথেষ্ট দেখা যায় এবং সেগুলি অপেক্ষাকৃত দীর্ঘস্থায়ী হয়। শেষোক্ত প্রতিক্রিয়ার ব্যাপারে অতিবেগুনী রশ্মির ভূমিকা খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

কারণতত্ত্ব অনুসন্ধান

জীবকোষের ভূমিকা ও লাইসোজোমের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য—কোষের অভ্যন্তরে প্রথম অঙ্ক-ঘটকের (Enzyme) উপস্থিত নির্ণয় থেকে শুরু করে লাইসোজোমের (Lysosome) আধুনিক আবিষ্কার কাল অবধি—এই সুদীর্ঘ সময়ব্যাপী আলোক-সংবেদন প্রক্রিয়ার অন্তরালে লুপ্ত শারীরবৃত্তীয় ক্রিয়াকলাপ সম্পর্কে প্রায় কিছুই জানা ছিল না বললেই চলে। অবশ্য সম্প্রদায়িত এই অন্তর্বর্তীকাল-ব্যাপী Van Potter থেকে শুরু করে Elvehjem, Rouiller, de Duve, Harper, Blackwell, Riley, Slater, White, Harper, Braun-Falco, Jarrett, Zelickson, Nordquist, Olson, Spearman, Rees, Allison প্রমুখ বহু কৃতী গবেষক অক্লান্ত সাধনার এই রহস্য সন্ধানের কাজে ব্রতী হয়েছিলেন। আর এই ব্যাপক অনুসন্ধানের ফলে ইদানীং লাইসোজোম সংক্রান্ত বহু অজ্ঞাত তথ্য উদ্ঘাটিত হয়েছে এবং এই ব্যাপারে লাইসোজোমের গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকার কথা জানা গেছে।

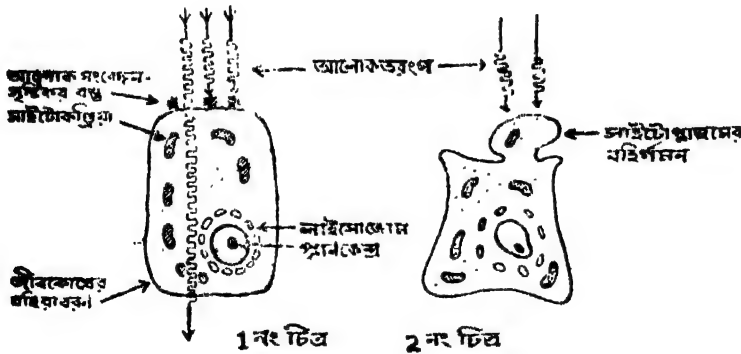
অক্লান্ত বহুবিধ বস্তুর মত এই বস্তুটি জীবকোষের অভ্যন্তরে অবস্থিত থাকে। মাইটোকন্ড্রিয়া ও মাইক্রোজোমের মধ্যবর্তী পর্যায়ভুক্ত এই

বস্তুটি প্রায় মাইটোকন্ড্রিয়ার মত হলেও বিশেষ কোন আভ্যন্তরীণ আকৃতি এর নেই। এর অভ্যন্তরে এপর্বত সমগোষ্ঠীভুক্ত 14 প্রকার জল-বিধ্বংসী (Hydrolytic) অম্লঘটকের সন্ধান পাওয়া গেছে। এই বস্তুকণাগুলি লাইসোথ্রোপ্টিনের পাতলা আবরণের দ্বারা ঢাকা থাকে, যার ফলে এর অভ্যন্তরে অবস্থিত অম্লঘটক ও এর বাইরে অর্থাৎ জীবকোষের অভ্যন্তরস্থ সাবস্ট্রেটের মধ্যে পারস্পরিক ক্রতিকর প্রতিক্রিয়ার পথ রুদ্ধ থাকে। অত্যাধিক এই প্রতিক্রিয়ার ফলে জীবকোষের বিনাশ ও ক্ষয় অবশ্যম্ভাবী। এছাড়া এই বস্তুকণাগুলি আবার জীবকোষের কেন্দ্রীককে পরিবেষ্টন করে এমনভাবে অবস্থান করে, যার ফলে কার্যতঃ কেন্দ্রীকের চারপাশে অদৃশ্য এক প্রতিরক্ষামূলক আবরণ রচিত হয়। বিশিষ্ট তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যযুক্ত ক্রতিকর আলোকরশ্মির দ্বারা জীবকোষ তথা লাইসোজোমের বিনাশ ঘটে।

3200 একক পর্বত প্রসারিত এবং সর্বাধিক দহন ঘটে আবার 2500 থেকে 3000 একক তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যযুক্ত আলোকরশ্মির দ্বারা। সুতরাং দিগন্তে উপনীত আলোকরশ্মি স্বভাবতঃই ক্রতিকর দহন প্রতিক্রিয়া সৃষ্টি করতে সক্ষম হয় না। ঘরের জানালায় ব্যবহৃত মাশুলি কাচ 3200 অ্যাংস্ট্রমের কম তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যযুক্ত আলোকরশ্মি প্রতিহত করতে পারে। সুতরাং এর দ্বারা স্বর্ধাতপ কর্তৃক দহন প্রতিহত হয় ঠিকই, কিন্তু আলোক-সংবেদন প্রতিক্রিয়া উৎপাদন অপ্রতিহত থাকে।

আলোক-সংবেদন প্রতিক্রিয়ার সম্ভাব্য ক্রিয়াকলাপ

জানা গেছে, আলোক-সংবেদন সৃষ্টিকারী কিছু বস্তু লাইসোজোমের উপরেই আসক্ত ও কেন্দ্রীভূত হয় এবং অল্প শ্রেণীর কিছু বস্তু আবার আসক্ত হয় জীবকোষের বহিরাবরণের উপর।



স্বর্ধরশ্মির ভূমিকা—স্বর্ধ থেকে উৎপন্ন, প্রসারিত আলোকরশ্মি, তার তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের বিস্তৃতি প্রায় বর্ণালীযুক্ত যে 2500 থেকে 18500 অ্যাংস্ট্রম পর্বত। কিন্তু মেঘ ধোঁয়া, কুয়াশা প্রভৃতির স্তর ভেদ করে যে রশ্মি দিগন্তে উপনীত হতে সক্ষম হয়, তার তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য অবশ্য 3300 এককের মত। দহন-কারী আলোকরশ্মির তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য 2500 থেকে

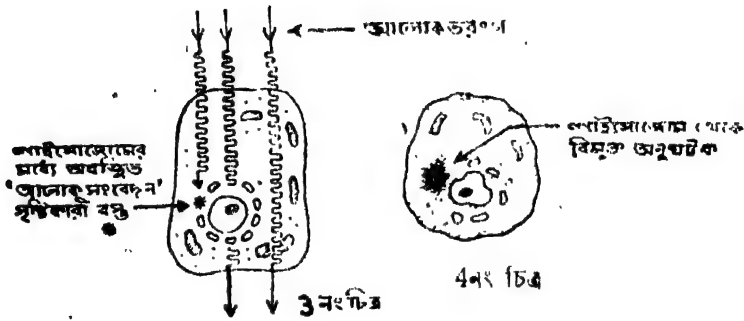
দুই শ্রেণীর ক্রিয়াকলাপের মধ্যে এক ক্ষেত্রে জীবকোষের মধ্যে লাইসোজোমের তেজতা বৃদ্ধি ও আন্তঃকর্ষিক বিধ্বংসী অম্লঘটক নিষ্কাশনের ফলেই মূল প্রতিক্রিয়ার সূচনা হয়। পক্ষান্তরে অপর ক্ষেত্রে যে প্রতিক্রিয়া হয়, তার ক্ষেত্রে মূলতঃ দায়ী জীবকোষের নিজস্ব দেহাবরণের অতেততার হ্রাস-প্রাপ্তি। এখানে উপস্থাপিত রেখাচিত্রের সাহায্যে

উল্লিখিত দুই শ্রেণীর কার্যপদ্ধতির পার্থক্য দেখানো হয়েছে।

১নং চিত্রে স্বাভাবিক জীবকোষের আণুবীক্ষণিক আকৃতি দেখানো হয়েছে। এর মধ্যে সাইটো-প্লাজমের অন্তর্গত বিভিন্ন বস্তুসমূহ লাইসোজোমের কাল্পনিক অবস্থানও দেখানো হয়েছে। আলোক-সংবেদনের ফলে ঐ একই জীবকোষের বিনাশের সূচনা দেখানো হয়েছে ২নং চিত্রে। অকুস্থানে বিক্ষত জীবকোষের আবরণ ভেদ করে আত্যন্তরীণ সাইটোপ্লাজমকে আকস্মিকভাবে বহির্গত হতে দেখা যাচ্ছে।

ঘটে। ৩২০০ অ্যাংস্ট্রম ও তদুর্ধ্ব তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোকরশ্মির দ্বারা ই আলোক-সংবেদনজাত চর্মরোগের সৃষ্টি হয়।

৩নং চিত্রেও অপর এক স্বাভাবিক জীবকোষ চিত্রিত হয়েছে। অভ্যন্তরে অবস্থিত লাইসোজোমের মধ্যেই এবার কালো তারকাচিহ্নের দ্বারা আলোক-সংবেদনশীল বস্তুর অবস্থান দেখানো হয়েছে। অকুস্থানে বিধ্বংসী অম্লঘটক বিযুক্তির ফলে ঐ জীবকোষের বিনাশপ্রাপ্তির অবস্থা দেখানো হয়েছে ৪নং চিত্রে। উভয় চিত্রেই (১নং ও ৩নং) তরঙ্গারিত রেখাচিহ্নের সাহায্যে



এসদত: উল্লেখযোগ্য Rose Bengal, Eosin রঞ্জকের উপাদান, Fluoresic acid, আলকাতরা ও আলকাতরাজাত পদার্থসমূহ Rutaceae, Umbelliferae-জাতীয় উদ্ভিদ প্রভৃতি বিবিধ উপাদানের মধ্যে আলোক-সংবেদন প্রতিপাদনক্ষম যে বস্তু বর্তমান থাকে, তা মুখ্যত: জীবকোষের বহিরাধরণের উপর কেন্দ্রীভূত হয়। দৃষ্টান্তরূপ গাঢ় কালো রঙের তারকা চিহ্নের সাহায্যে এদের অবস্থান ১নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। এই বস্তুগুলির দ্বারা ক্ষতিকর তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যযুক্ত আলোকরশ্মি বিশোষিত হলে যে তাৎক্ষণিক বিকিরণ প্রতিক্রিয়ার সৃষ্টি হয়, তারই ফলস্বরূপ জীবকোষের আবরণ বিক্ষত হয়। এর পরিণামে আবার কোষের অন্তর্গত পটাশিয়াম বিনষ্ট হয় এবং এইভাবে অবশেষে জীবকোষের সূত্র

আলোকরশ্মির গতিপথ চিহ্নিত করা হয়েছে।

Onthracene, Porphyrin ইত্যাদি অজ্ঞাত কিছু বস্তু আবার জীবকোষের আত্যন্তরূপ লাইসোজোমের মধ্যেই কেন্দ্রীভূত হয়। এই বস্তুগুলি ক্ষতিকর আলোকরশ্মি শোষণ করলে লাইসোজোমের আবরণের অখণ্ডতা বিনষ্ট হয়। ফলে কোষের আত্যন্তরীণ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ বস্তুসমূহ বিযুক্ত বিধ্বংসী অম্লঘটকের দ্বারা আক্রান্ত হয়। এর উপর ভিত্তি করে আবার একাধিক মধ্যবর্তী পর্যায়ের রাসায়নিক পদার্থও নির্গত হয় (যেমন, আমবাতেলের ক্ষেত্রে হিষ্টামিন)। বাহ্যিক, চূড়ান্ত পরিণতি হিসাবে আক্রান্ত জীবকোষ ক্ষীণ হয়ে শেষ পর্যন্ত ধ্বংসপ্রাপ্ত হয়।

উভয় ক্ষেত্রেই কিন্তু আলোক-সংবেদন সৃষ্টিকারী বস্তু বর্তমান না থাকলে উল্লিখিত তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যযুক্ত

আলোকরশ্মি বিন্দুভাৱে কৃতি না করে, অবলীলা-ক্রমে ও স্বচ্ছন্দে জীবকোষ তেদ করে নিষ্কাশিত হতে সক্ষম হয়।

যাহোক, শেষ করবার আগে সচরাচর ব্যৱহৃত বস্তুসমূহ, যেগুলি দ্বারা আলোক-সংবেদন-জাত চৰ্মরোগের সৃষ্টি হয়, সেই সকল বস্তু-

সামগ্ৰীৰ সংক্ষিপ্ত একটা তালিকা এখানে সংযোজন করা হলো। তাত্ত্বিক বিচারে এরূপ বস্তুর সংখ্যা অবশ্য অগণিত। সুতরাং এরূপ বস্তুসমূহই এই তালিকায় সংযোজিত হয়েছে।

আলোক-সংবেদনজাত চৰ্মরোগ সৃষ্টিকারী বস্তুসমূহের তালিকা

1. প্রণালীবদ্ধ পদ্ধতিতে যেগুলি গ্রহণ করা হয়

- | | |
|-----------------------|--|
| (ক) Sulfonylurea ... | বহুমূত্র রোগের চিকিৎসার্থে ব্যবহৃত ওষুধের মৌলিক উপাদান। |
| (খ) Tetracyclines ... | } বিভিন্ন জীবাণুঘটিত রোগের চিকিৎসায় ব্যবহৃত। |
| (গ) Sulfonamides | |
| (ঘ) Griseofulvin ... | বিভিন্ন প্রকার ছত্রাকঘটিত রোগের চিকিৎসায় ব্যবহৃত। |
| (ঙ) Lamprone ... | কুষ্ঠরোগের চিকিৎসা ও প্রতিক্রিয়া নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত ওষুধ। |
| (চ) Chlorthiazides | } চুলকনা প্রতিরোধ এবং আয়বিক উত্তেজনা প্রশান্তকারী ওষুধ-সমূহের মৌলিক উপাদানসমূহ। |
| (ছ) Phenothiazines | |

2. যেগুলি সচরাচর স্থানীয়ভাবে প্রয়োগ করা হয়

- | | |
|---|---|
| (ক) TCSA (Tetra-chlor-salicylanilide) | } জীবাণু প্রতিবেধকরূপে সাবানের মধ্যস্থিত ও উপাদান। |
| ও TBS (Tribromo-salicylanilide) | |
| (খ) Bithinol | ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত জীবাণু-প্রতিবেধক। |
| (গ) Blankophores ... | রাসায়নিক বিচারে এগুলি Sulfonamide-পৰ্যায়ভুক্ত। কাপড়, কাগজ, খেলনা প্রভৃতি হরেক রকম বস্তুতে বর্ণের ওজ্জ্বল্য বৃদ্ধির জন্তে এই সব বস্তু প্রয়োগ করা হয়। এর দ্বারা অতিবেগুনী রশ্মি বিশোষিত হয়ে শুধুমাত্র নীল রশ্মি প্রতিকলিত হওয়ায় এই ঘটনা সম্ভব হয়। দৃষ্টান্তস্বরূপ টিনোপাল উল্লেখযোগ্য, যা কাপড় কাচবার পর ধবধবে ফর্সা করবার জন্তে হামেশাই ব্যবহৃত হয়। |
| (ঘ) আলকাতরা ও আলকাতরাজাত (যেমন গুাপথলিন) প্রভৃতি— | যথাক্রমে চুলকনায়ুক্ত কিছু চৰ্মরোগের চিকিৎসায় ব্যবহৃত মলমের উপাদান এবং স্ফুপ্তি বা পোকামাকড়ের উপদ্রব থেকে বিবিধ গৃহসামগ্রী রক্ষার্থে এগুলি ব্যবহার করা হয়। |

3. উদ্ভিদ বা লতাশৃঙ্গ প্রভৃতি

Umbelliferae এবং Rutaceae-র অন্তর্গত বিভিন্ন উদ্ভিদ, যাদের মধ্যে আলোক-সংবেদন-শীল মৌলিক ও বৌগিক পদার্থরূপে Furocoumarins বর্তমান থাকে। যেতিয়োগের চিকিৎসায়

এর প্রয়োগ কলদায়ক। গ্রহণযোগ্য ঝটিকা স্থানীয় প্রয়োগযোগ্য দ্রবণ, প্রলেপ এবং দ্রকের নিয়ে প্রয়োগের উপযোগী ইনজেকশন (ভেটলাক) প্রভৃতি বিভিন্ন আকারে এটি ব্যবহৃত হয়।

বিস্ফোরক পদার্থের উৎপাদন ও ব্যবহার

আশিসকুমার সান্যাল

মাছের দ্বারা এবাং আবিষ্কৃত বস্তুসমূহের মধ্যে বিস্ফোরকই বোধহয় একমাত্র পদার্থ, যা মাছের কল্যাণকর কাজে যতখানি ব্যবহৃত হতে পারে, ঠিক ততখানিই ব্যবহৃত হতে পারে অকল্যাণকর কাজে—তা সে কয়েক শত বছর আগে আবিষ্কৃত বারুদ বা সাম্প্রতিকতম বিস্ফোরক অ্যাটম বোমা অথবা হাইড্রোজেন বোমা বাই হোক না কেন। বারুদের সাহায্যে ছোট ছোট পাহাড়ের মধ্যে দিয়ে রাস্তা তৈরির সুবিধার জন্তে পাহাড় ভেঙে ফেলা যায় আবার শত্রুপক্ষের বাড়ীঘরও উড়িয়ে ফেলা যায়। আমেরিকা মাটির নীচে বড় বড় আধার, পাহাড়ের মধ্য দিয়ে সুড়ঙ্গ ইত্যাদি তৈরির কাজে কম শক্তিসম্পন্ন পারমাণবিক বোমা ব্যবহার করা শুরু করেছে। এটা পারমাণবিক বোমার কল্যাণকর ব্যবহারের দিক। আর হিরোসিমা ও নাগাসাকি পৃথিবীর মাছের চোখের সামনে পারমাণবিক বোমার অকল্যাণকর ব্যবহারের জলন্ত নিদর্শন হয়ে আছে।

রাসায়নিক বিস্ফোরকসমূহের ক্ষেত্রে বিস্ফোরকটি রাসায়নিকভাবে ভেঙে খুব অল্প সময়ের মধ্যে নিজ আয়তনের বহু গুণ বেশী আয়তনের গ্যাসীয় পদার্থ ও প্রচুর তাপ উৎপন্ন করে। এই উৎপন্ন গ্যাসীয় পদার্থ প্রচণ্ড চাপের সৃষ্টি করে, যা হলো বিস্ফোরণের মূল কথা।

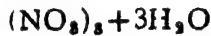
মাছের আবিষ্কৃত প্রথম বিস্ফোরক হচ্ছে বারুদ। এতে শতকরা 75 ভাগ পটাসিয়াম নাইট্রেট (KNO_3), শতকরা 10 ভাগ সালফার বা গন্ধক আর শতকরা 15 ভাগ কার্বকয়লা থাকে। এগুলিকে পৃথকভাবে গুঁড়া করে একটি ঘূর্ণায়মান পিটলের চোঙে মেশানো হয়। মিশ্রিত

পদার্থকে এরপর Edge-runner নামক এক প্রকার যন্ত্রে 6 ঘণ্টা ধরে গুঁড়া করা হয়। এই সময় শতকরা 6 ভাগ জল যোগ করা হয়, নচেৎ ঐ সময়েই বিস্ফোরণ ঘটে যেতে পারে। এইভাবে উৎপন্ন ডেলার মত জিনিষটাকে আবার গুঁড়া করে হাইড্রলিক প্রেসে চাপ দিয়ে কেক-এর মত আকার দেওয়া হয়। সাধারণ বারুদের জন্তে এগুলিকে গুঁড়া করে চালুনি দিয়ে ছেকে প্রয়োজনীয় আকারের দানা সংগ্রহ করা হয়। সামান্য গ্র্যানাইট মিশিরে ঘূর্ণায়মান কাঠের চোঙে ঝাঁকিয়ে এগুলিকে পালিশ করা হয় এবং এইভাবে মসৃণ ও হিঙ্গবিহীন উজ্জল দানা পাওয়া যায়। তারপর 2½ ঘণ্টার জন্তে গরম বায়ু প্রবাহে এই দানাগুলিকে শুকানো হয়।

পটাসিয়াম নাইট্রেট থেকে নির্গত অক্সিজেনে গন্ধক এবং কার্বনের দ্রুত দহনই বারুদের বিস্ফোরণের মূল কারণ। এতে হঠাৎ খুব উচ্চ তাপমাত্রার প্রচুর পরিমাণ গ্যাসীয় পদার্থ পাওয়া যায়। এই রাসায়নিক ক্রিয়া খুবই জটিল বলে এখনও এর স্বরূপ নির্ধারিত হয় নি। তবে অ্যালবেল ও নোবেলের বিস্তারিত অহুসঙ্কান থেকে জানা গেছে যে, উৎপন্ন পদার্থে ওজন অনুযায়ী শতকরা 57 ভাগ কঠিন ও 43 ভাগ গ্যাসীয় পদার্থ থাকে। বিস্ফোরণ সম্পূর্ণ বন্ধ জারগার ঘটলে উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন বারুদের 280 গুণ হয় আর তাপমাত্রা হয় 2200° সেন্টিগ্রেড। উৎপন্ন গ্যাস প্রতি বর্গইঞ্চিতে 42 টন চাপ দেয়। এই চাপে বন্ধ আধার টুকরা টুকরা হয়ে যায়। উৎপন্ন গ্যাসীয় পদার্থের মধ্যে কার্বন ডাই-অক্সাইড, নাইট্রোজেন, কার্বন মনোঅক্সাইড ও

হাইড্রোজেন সালফাইড প্রধান। উৎপন্ন কঠিন পদার্থে থাকে পটাশিয়ামের কার্বোনেট, থায়ো-সালফেট, সালফেট ও সালফাইড লবণ এবং আরও অনেক কিছু। কঠিন জিনিসগুলি ধোঁয়ার সৃষ্টি করে, যা কোন কোন কাজে অসুবিধাজনক। তাই পরবর্তীকালে ধোঁয়াশূন্য বিস্ফোরক তৈরি তৈরির চেষ্টা চালানো হয়।

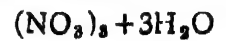
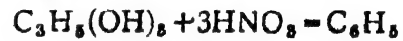
তুলা, ঘাস, কাঠ, পশম সেলুলোজজাতীয় পদার্থ। সাধারণভাবে সেলুলোজের সংকেত $(C_6H_{10}O_5)_n$; 3:1 অনুপাতে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড আর গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণের সঙ্গে তুলা নির উষ্ণতার সেলুলোজ ট্রাইনাইটেট নামক এটার উৎপন্ন করে।



গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন জলকে শোষণ করে। একেই বলা হয় গান-কটন। বিশেষ ব্যবস্থায় সমস্ত তুলাকে নাইটেটেড করা হয় এবং সম্পূর্ণ অ্যাসিড অপসারিত করা হয়। উৎপন্ন যত্নে আত্ম অবস্থাতেই প্রচণ্ড চাপে প্রয়োজনীয় আকার দেওয়া হয় আর তার চারপাশে মোম অথবা অন্ত কোন অত্যন্ত জিনিসের প্রলেপ দেওয়া হয়, যাতে আত্মতা বজায় থাকে। আত্ম গান-কটন পরিবহনের উপযোগী আর সামান্য আঘাতেই এর বিস্ফোরণ ঘটে না। যারকারি ফ্লুমিনেট ক্যাপ দিয়ে বিস্ফোরণ ঘটালে গান-কটন তীব্রভাবে বিস্ফোরিত হয় এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড, কার্বন মনোক্সাইড, নাইট্রোজেন এবং হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। এই সকল পদার্থই গ্যাসীয়। টর্পেডো এবং সাবমেরিন মাইনে এর ব্যবহার উল্লেখযোগ্য।

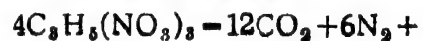
এর পরই আর একটি বহল-প্রচলিত বিস্ফোরক হিসাবে নাইট্রো-গ্লিসারিনের নাম করতে হয়। গ্লিসারিনের রাসায়নিক সংকেত $C_3H_8(OH)_3$ । একে গাঢ় সালফিউরিক এবং গাঢ় নাইট্রিক

অ্যাসিডের মিশ্রণের সাহায্যে নাইট্রেশন (Nitration) বিক্রিয়া করলে হ্রিস্ভাত, তৈলাক্ত ও জলে অদ্রব্য যে পদার্থ পাওয়া যায়, তাকেই বলা হয় নাইট্রো-গ্লিসারিন। এর রাসায়নিক নাম অবশ্য গ্লিসারিন ট্রাইনাইটেট। লোহা অথবা সীসার আন্তরণযুক্ত একটা আধারে উল্লিখিত দুটি অ্যাসিডের মিশ্রণের সঙ্গে গ্লিসারিন মিশিয়ে নাইট্রো-গ্লিসারিনের পণ্যোৎপাদন করা হয়। আধারটিকে শীতল জলের প্রবাহযুক্ত নলের সাহায্যে ঠাণ্ডা করা হয়। মিশ্রণের মধ্যে দিয়ে তত্ব বাহু-প্রবাহ চালিয়ে মিশ্রণকে আলোড়িত করা হয়। এক্ষেত্রে নিম্নরূপ বিক্রিয়া হয়ে থাকে।



উৎপন্ন পদার্থকে অন্ত একটা আধারে নিয়ে অ্যাসিডকে বিতানো হয়। অ্যাসিডের উপর থেকে নাইট্রো-গ্লিসারিন অপসারিত করে জল এবং সোডিয়াম কার্বোনেট দ্রবণে ধুয়ে নেওয়া হয়।

নাইট্রো-গ্লিসারিন খুব সুবেদী ও শক্তিশালী বিস্ফোরক পদার্থ। এর বিস্ফোরণক্রিয়া নিম্নলিখিত সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হয়—



উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন বিস্ফোরকের আয়তনের প্রায় 11,000 গুণ। এর বিস্ফোরণের তীব্রতার ক্ষেত্রে একে অন্ত পদার্থের সঙ্গে মিশিয়ে তীব্রতা হ্রাস করে ব্যবহার করা হয়।

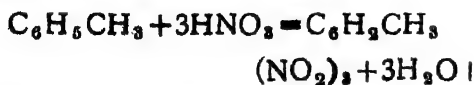
কিসেলগাড় (Kieselguhr), কাঠের যত্নজাতীয় সঙ্কীর্ণ পদার্থে নাইট্রো-গ্লিসারিন শোষণ করিয়ে ডিনামাইট তৈরি করা হয়। এইভাবে প্রাপ্ত নমনীয় পদার্থকে (যাতে শতকরা 75 ভাগ নাইট্রো-গ্লিসারিন থাকে) গোলাবর আকার দেওয়া হয়। ডিনামাইট খুব সুবেদী নয়, একে ব্যবহার করবার ক্ষেত্রে ডেটোনেটরের প্রয়োজন হয়। বিশেষ বিশেষ কাজের ক্ষেত্রে বিশেষ বিশেষ শোরক

ব্যবহার করা হয়; যেমন—কাঠকরলা, কাঠের তক্ত, কাঠের গুঁড়া ইত্যাদি। বিস্ফোরণের হার নিয়ন্ত্রণের জন্যে সোডিয়াম নাইট্রেট, পটাসিয়াম নাইট্রেট বা সালফার মিশ্রিত অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট যোগ করা হয়।

করডাইট হচ্ছে একটি ঘোঁরাশূন্য সামরিক বিস্ফোরক, কামান থেকে গোলা ছুঁড়তে প্রোপেলেন্ট হিসাবে ব্যবহৃত হয়। এনিতে ব্যবহারের পক্ষে করডাইট অত্যধিক ব্যয়বহুল। বিস্ফোরণের সময় রাসায়নিক জ্বিয়ার কালে কোন কঠিন পদার্থ উৎপন্ন হয় না বলেই এতে ঘোঁরা উৎপন্ন হয় না। এতে শতকরা ৩৭ ভাগ গান-কটন, ৫৪ ভাগ নাইট্রো-গ্লিসারিন আর ৫ ভাগ ভেসেলিন থাকে। নাইট্রো-গ্লিসারিন আর গান-কটন মিশিয়ে অ্যাসিটোন আর ভেসেলিন দিয়ে লেই প্রস্তুত করা হয়। এথেকে অ্যাসিটোন বাষ্পীভূত করিয়ে কঠিন পদার্থ উৎপন্ন করা হয়।

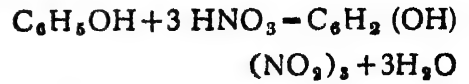
টি. এন. টি. বা টাই-নাইটোটলুরিন আর পিক্রিক অ্যাসিডজাতীয় উচ্চ বিস্ফোরক কামানের গোলা, টর্পেডো, মাইন ইত্যাদিতে ব্যবহৃত হয়।

টি. এন. টি-র রাসায়নিক সংকেত $C_6H_5CH_3(NO_2)_3$ । টলুইনকে ($C_6H_5CH_3$) গাঢ় সাল-ফিউরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া করিয়ে টি. এন. টি. পাওয়া যায়।



পিক্রিক অ্যাসিডের রাসায়নিক সংকেত $C_6H_3OH(NO_2)_3$; উপরিউক্ত উপায়ে

কিনোলকে (C_6H_3OH) নাইট্রেশন করালে পিক্রিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



আধুনিক উচ্চ বিস্ফোরকসমূহের মধ্যে অল্পতম হচ্ছে সাইক্লোনাইট, রাসায়নিক নাম ট্রাই-মেথিলিন ট্রাইনাইট্রামিন। শতকরা ৭০ ভাগ টি. এন. টি.-র সঙ্গে মিশিয়ে একে টর্পেডো, ফেপশাঙ্গ ইত্যাদিতে ব্যবহার করা হয়। শতকরা ৪০ ভাগের বেশী অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট আর ডাই-নাইট্রোবেঞ্জিনযুক্ত রোবুরাইট আর বেলাইট এনিতে বিস্ফোরক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

এতদ্ব্যতীত সমস্ত বিস্ফোরকগুলিকে রাসায়নিক বিস্ফোরক বলা যেতে পারে। এর বেশীর ভাগকে বিস্ফোরিত করার জন্যে ডেটোনেটরের প্রয়োজন হয়। এটা আর কিছুই নয়, কোন কম শক্তিশালী পদার্থের বিস্ফোরণের সাহায্যে মূল বিস্ফোরকের বিস্ফোরণ ঘটানো। এই সকল পদার্থকে বলা হয় ডেটোনেটর। ডেটোনেটর হিসাবে মারকারি ফুলমিনেট [$Hg(OCN)_2$] বা লেড অ্যাজাইড [$Pb(N_3)_2$] ব্যবহৃত হয়।

পারমাণবিক ও হাইড্রোজেন বোমাকে নিউ-ক্লিয়ার বিস্ফোরক বলা যায়। এদের কার্যপদ্ধতি রাসায়নিক বিস্ফোরকের কার্যপদ্ধতি থেকে সম্পূর্ণ পৃথক। এগুলির বিস্ফোরণের তীব্রতাও ভীষণ। এক একটি পারমাণবিক বা হাইড্রোজেন বোমার বিস্ফোরণ ক্ষমতা কয়েক মিলিয়ন টন টি. এন. টি. হিসাবে পরিমাপ করা যায়। এথেকেই এ সকল বোমার বিস্ফোরণ-ক্ষমতা বোঝা যায়।

উপগ্রহের কথা

শ্রীঅলোককুমার সেন

আমাদের সৌরজগতের গ্রহের সংখ্যা হলো নয়। এদের মধ্যে বুধ, শুক্র আর প্লুটোর কোন উপগ্রহ এখনও আবিষ্কৃত হয় নি, অতীত গ্রহের সন্নিহিত উপগ্রহ সংখ্যা একত্রিশ। বৃহস্পতির রয়েছে বারোটি উপগ্রহ। এর পরেই রয়েছে শনি নয়টি উপগ্রহ নিয়ে। তারপর একে একে আসে ইউরেনাস, নেপচুন ও মঙ্গল। তাদের উপগ্রহের সংখ্যা বথাক্রমে পাঁচ, দুই ও দুই। আর পৃথিবী রয়েছে তার একমাত্র উপগ্রহ—চন্দ্রকে নিয়ে। বর্তমান প্রবন্ধের উদ্দেশ্য হলো, এসব উপগ্রহের জন্ম-রহস্য, উপাদান ও প্রকৃতি সম্বন্ধে আলোচনা করা।

প্রথমেই ধরা যাক বুধ আর শুক্র গ্রহকে। আমরা জানি যে, এদের কোন উপগ্রহ নেই, কিন্তু গত শতাব্দীতে কেপ্লারের সূত্র বিশ্লেষণ করে কোন কোন বিজ্ঞানী সিদ্ধান্ত নেন যে, উপগ্রহ ব্যতীত কোন গ্রহ সূর্যকে উপবৃত্তাকার পথে পরিভ্রমণ করতে পারে না। কারণ সূর্য আর কোন গ্রহের পারস্পরিক আকর্ষণ বলে গ্রহটি বৃত্তাকার পথে সূর্যকে প্রদক্ষিণ করবে। তাই উপগ্রহের অবস্থানই গ্রহকে উপবৃত্তাকার পথে ঘুরতে বাধ্য করে। এই তত্ত্বের সত্যতা এখনো নিরূপিত হয় নি, তবে অনেকেই এর অল্পকূলে মত প্রকাশ করছেন।

কয় বছর আগে থেকেই কেউ কেউ বলেছেন যে, বুধ হলো শুক্রের হারিয়ে-বাওয়া উপগ্রহ। সম্ভ্রুতি এক গুরুত্বপূর্ণ গবেষণায় এই সম্বন্ধের সত্যতা অনেকাংশে প্রমাণিত হয়েছে। আমরা জানি যে, সূর্য পরিক্রমায় বুধের সময় লাগে 44 দিন আর সে সময়ের মধ্যে সে একবার আপন

কক্ষ ঘিরে পাক খায়। তার মানে বুধের বেলায় দিন ও বছর সমান।

1965 সালের এপ্রিল মাসে মার্কিন ভূ-পদার্থ বিজ্ঞানী সংসদের এক অধিবেশনে এই চিরন্তন সত্যের বিরুদ্ধে প্রব্রতুলেন কর্ণেল বিশ্ববিদ্যালয়ের কয়েকজন অধ্যাপক। এঁদের মধ্যে আছেন গর্ডন পেটেনজিল, রল্ফ ডাইস ও গোল্ড। এঁরা পুটোরিকার আরেসিবো শহরে পৃথিবীর বৃহত্তম রেডিও-রেডার দূরবীনের মাধ্যমে বুধ সম্বন্ধে নানা তথ্যগ্রন্থসন্ধান করেছেন। তাঁদের অল্পসন্ধান থেকে দেখা যায় যে, বুধ তার আপন কক্ষে এক বার ঘুরতে সময় নেয় 54 থেকে 64 দিন (যদি তার পাকের গতি সূর্য প্রদক্ষিণের গতির দিকে হয়) অথবা 41 থেকে 51 দিন (পাকের গতি প্রদক্ষিণ গতির বিপরীতমুখী হলে)। এখন প্রশ্ন হচ্ছে যে, সূর্যের এত কাছে থেকেও (সূর্য থেকে বুধের দূরত্ব 3 কোটি 60 লক্ষ মাইল) বুধ কিভাবে তার নিজস্ব গতি বজায় রাখে ?

এই প্রশ্নের উত্তর দিয়েছেন টমাস গোল্ড। তিনি গাণিতিক পদ্ধতিতে প্রমাণ করেছেন যে, বুধের গতি একই কক্ষে 40 কোটি বছরের বেশী থাকতে পারে না। কাজেই অনুমান করা হচ্ছে, এককালে বুধ ছিল শুক্রের উপগ্রহ। পরে সে শুক্র থেকে দূরে সরতে থাকে এবং অবশেষে সূর্যের বন্ধনে বন্দী হয়ে যায়। বুধ হারিয়ে-বাওয়া উপগ্রহ বলে সনাক্ত করবার আর একটি কারণ হলো এই যে, তার কক্ষপথ অতীত গ্রহের তুলনায় বেশী উপবৃত্তাকার।

তাছাড়া রেডারের পরীক্ষায় বুধ ও চাঁদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য সাদৃশ্য পাওয়া গেছে। দুই-ই

উক, কুঙ্গ, এদের বক মোটাগুটি মন্ডল, মাঝে মাঝে রয়েছে খাদ ও আগ্নেয়গিরি।

এবার আশা যাক চাঁদের কথায়। চাঁদ হলো আমাদের এক মাত্র উপগ্রহ, পৃথিবী থেকে তার দূরত্ব ২,৩৮,৮৪০ মাইল। পৃথিবীর চার পাশে ঘুরতে সে সময় নেয় ২৭'৩২ দিন। চাঁদ যে সময়ে পৃথিবীকে একবার প্রদক্ষিণ করে, ঠিক সেই সময়ের মধ্যেই নিজের মেরুদণ্ডের চতুর্দিকে একবার ঘুরে যায়। এই কারণে তার একদিক চিরদিনই অদৃশ্য থেকে যায় পৃথিবীর মানুষের কাছে।

গত কয়েক বছরে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র ও সোভিয়েট রাশিয়ার বিজ্ঞানীদের প্রচেষ্টায় চাঁদ সম্পর্কে অনেক তথ্য জানা গেছে। অ্যাপোলো-১১ ও অ্যাপোলো-১২-র চন্দ্রপৃষ্ঠে পদার্পণের পর এই উপগ্রহটি সম্বন্ধে আমাদের ঔৎসুক্য ও কৌতূহলের সীমা নেই।

এতদিন ধরে আমরা জেনে এসেছি যে, চাঁদ হলো পৃথিবীরই বিচ্ছিন্ন অংশ। বহু কোটি বছর আগে কোন এক অজানা জ্যোতিষ্কের আকর্ষণে পৃথিবীর প্রশান্ত মহাসাগরের এক অঞ্চল—উর্ধ্ব উৎক্লিষ্ট হয়ে চাঁদে পরিণত হয়—এটাই হলো সর্বজনস্বীকৃত সিদ্ধান্ত। কিন্তু চাঁদ থেকে প্রাপ্ত শিলার বিশ্লেষণে জানা গেছে যে, তার উৎস পৃথিবী নয়। প্রধানতঃ দুটি কারণে বিজ্ঞানীরা এই সিদ্ধান্ত নিয়েছেন। এই কারণ দুটির প্রথমটি হলো—চাঁদের কোন কোনটির বয়স পৃথিবীতে প্রাপ্ত সর্বপ্রাচীন শিলার বয়সের চেয়েও বেশী, দ্বিতীয়টি—চাঁদের পাথরে প্রাপ্ত মৌলিক পদার্থ পৃথিবীতে রয়েছে অত্যন্ত অল্প পরিমাণে, আবার এদের কয়টির অস্তিত্ব আমাদের গ্রহে নেই।

তাহলে চাঁদের জন্ম হলো কিভাবে? অনেকের মতে, প্রাচীনকালে চাঁদ ছিল একটি পৃথক গ্রহ। পরে পৃথিবীর আকর্ষণে তার উপগ্রহে পরিণত হয়।

সৌরজগতের চতুর্থ গ্রহ মঙ্গলের উপগ্রহের সংখ্যা দুই—ফোবোস আর ডিমোস। গ্রীক ভাষায় প্রথমটির অর্থ ভয়, দ্বিতীয়টির মানে ভ্রাস। এসকলতঃ মঙ্গলের ল্যাটিন নামটিও উল্লেখ করা যায়। মঙ্গলের নাম মার্স, যার মানে যুদ্ধ-দেবতা অর্থাৎ যুদ্ধের দেবতা তাঁর দুই অঙ্গের 'ভয়' ও 'ভ্রাস'—কে নিয়ে বিরাজ করছেন মহাশুভে।

১৮৭৭ সালে আমেরিকার আসফ হল সর্ব-প্রথম উপগ্রহ দুটির অস্তিত্বের কথা ঘোষণা করেন। সে বছরেই শিরাপেরেলি মঙ্গলগ্রহে খালের অস্তিত্বের কথা প্রচার করেন। মঙ্গল থেকে ফোবোসের দূরত্ব ৫,৮২৩ মাইল, এটির ব্যাস ১০ মাইল, কক্ষপরিভ্রমার সময় ৭ ঘণ্টা ৩৯ মিনিট। ডিমোসের দূরত্ব ১৫,০০০ মাইল, ব্যাস ৫ মাইল, কক্ষ পরিভ্রমার সময় লাগে ৩০ ঘণ্টা ১৮ মিনিট।

এই উপগ্রহটি আবিষ্কৃত হবার প্রায় দেড়-শ' বছর আগে জোনাথান সুইক্ট তাঁর 'গ্যালিতারের ভ্রমণ কাহিনী' গ্রন্থে লিখেছিলেন যে, আপুটো দেশের অধিবাসীরা মঙ্গলের দুটি উপগ্রহ আবিষ্কার করেছে। এদের প্রথমটি গ্রহের চারপাশে ঘোরে ১০ ঘণ্টায় আর দ্বিতীয়টি ২১'৫ ঘণ্টায়। এদের দূরত্ব বথাক্রমে ৬,০০০ ও ১২,০০০ মাইল। অষ্টাদশ শতকের এই লেখার সঙ্গে বৈজ্ঞানিক তথ্যের সাদৃশ্য আমাদের বিস্মিত করে।

মঙ্গল ও বৃহস্পতির মধ্যে রয়েছে অসংখ্য গ্রহাণুপুঞ্জ। তাদের মধ্যে সবচেয়ে বড়টির নাম সিরিশ। গ্রহাণুপুঞ্জের পর বৃহস্পতি তার এক ডজন উপগ্রহ নিয়ে বিজ্ঞান। এই গ্রহের সবচেয়ে বড় উপগ্রহটির নাম গ্যানিমেড, তার আকার বুধের চেয়েও বড়। প্রথম চারটি উপগ্রহের (১নং তালিকা) ব্যাস ১৭৬০ থেকে ৩০০০ মাইলের মধ্যে, বাকী আটটির ১০ থেকে ১০০ মাইলের মধ্যে।

বৃহস্পতির নিকটতম অনামা উপগ্রহটি তার মহাকর্ষীয় টানে এখন প্রায় ভিষ্টাকার হয়েছে,

অহুমান করা হয় যে, ভবিষ্যতে সে আরও কাছে আসবে, তারপর হবে ছু-টুকরা। ক্রমে এই দুই খণ্ড আবার বিতক্ত হবে—জ্যামিতিক প্রগতিতে (Geometric progression)। এই ভাঙ্গার কাজ চলবে বহুদিন ধরে। অবশেষে বর্তমান উপগ্রহটি বলয় গঠন করবে—যেমন বলয় আমরা দেখি শনির চারপাশে।

এসময়: উল্লেখ করা যায় যে, চাঁদের পরিণতি সম্পর্কেও অনেকে এই মন্তব্য করেছেন। তাঁরা বলেছেন, পৃথিবী ও চাঁদের দূরত্ব নাকি ক্রমশঃ হ্রাস পাচ্ছে। এর ফলে ভবিষ্যতে চাঁদের উপর পৃথিবীর আকর্ষণ বৃদ্ধি পাবে। আমাদের চাঁদও তখন ভেঙে টুকরা টুকরা হয়ে অসংখ্য উপগ্রহে পরিণত হবে। তখন বিপদও দেখা দেবে নানা রকম। ক্ষুদ্রে চাঁদেরা পারস্পরিক সংঘর্ষে অথবা পৃথিবীর আকর্ষণে লাগিয়ে পড়বে বাতাসের উপর, দেখা দেবে চাক্ষুশিলার বর্ষণ। তখনও যদি যাহ্নব থাকে এই পৃথিবীতে, তাহলে তাদের পক্ষে এই বৃষ্টির মধ্যে বেঁচে থাকা হবে কঠিন ব্যাপার।

সূর্য থেকে ৪৪৪ কোটি মাইল দূরে তিনটি উজ্জ্বল বলয় ও নয়টি উপগ্রহকে সঙ্গে নিয়ে শনির অবস্থান। বলয়ের বাইরে রয়েছে নিকটতম উপগ্রহ—মিমাংস, শনি থেকে যার দূরত্ব ১,১৭,০০০ মাইল। আশা করা যায় যে, পরবর্তী শতকের মহাকাশচারীরা শনিকে পর্যবেক্ষণ করতে মিমাংসের বুকে নামবেন। দ্বিতীয়টির নাম এনসেলাডাস, দূরত্ব ১,৫৭,০০০ মাইল। এই দুটি উপগ্রহকে দেখলে বরফের তৈরি মন্থণ গোলক বলে মনে হয়।

শনির সবচেয়ে বড় উপগ্রহ হলো টাইটান। বুধের সমান এর আয়তন, মঙ্গলের মত কমলা রং। সৌরজগতের ৩১টি উপগ্রহের মধ্যে এক মাত্র এরই বায়ুমণ্ডল দেখা যায়, তবে এই অপার্থিব বাতাসের প্রধান উপাদান হলো আলেয়া গ্যাস,

যার মধ্যে পার্থিব প্রাণের স্পন্দন কোন দিনই শোনা যাবে না।

শনির দূরতম উপগ্রহ কোয়েব। সৌরজগতের যে ছটি উপগ্রহের গতি নিজ নিজ গ্রহের আবর্তনগতির বিপরীতমুখী, কোয়েব তাদের অন্ততম।

১৭৮১ সালে বিখ্যাত বিজ্ঞানী উইলিয়াম হার্শেল ইউরেনাস গ্রহ আবিষ্কার করেন। এই গ্রহটির উপগ্রহের সংখ্যা পাঁচ। তাদের মধ্যে সবচেয়ে কাছেরটির নাম আরিয়েল, দূরত্ব ১,২০,০০০ মাইল। সর্বশেষ উপগ্রহ মিরাণ্ডার দূরত্ব ৪ লক্ষ মাইলেরও বেশী। এই পাঁচটি উপগ্রহই যে ইউরেনাস থেকে সৃষ্ট, সে বিষয়ে কোন সন্দেহ নেই। কারণ এরা সব একই জাতীয় পদার্থে গঠিত।

টাইটন আর লেরেইড নামক দুটি উপগ্রহ নিয়ে গঠিত নেপচূরের সংসার। টাইটনের আবিষ্কার ল্যাসলে। নেপচূনকে খুঁজে পাবার মাত্র একশ দিন পরে তিনি এই উপগ্রহের অবস্থান প্রমাণিত করেন। নেপচূন থেকে এর দূরত্ব ২,২১,৫০০ মাইল, কক্ষ আবর্তনের সময় ৫৪৪ দিন। সৌরজগতের সমস্ত উপগ্রহের মধ্যে এর তর সবচেয়ে বেশী। টাইটনের ব্যাস মোটামুটি ৩,০০০ মাইল। এখানে যুক্ত-যেথের বেগ উঁচু বলে আবহাওয়া থাকতে পারে। নেপচূনের আকাশে টাইটনকে বেশ বড় দেখায়, কিন্তু অত দূর অকালে সূর্যের রশ্মির প্রভাব এত কম যে, টাইটনের প্রতিকলন শক্তি থাকা সত্ত্বেও তাকে বিবর্ণ দেখায়।

১৯৪৯ সালে কুইপার দ্বিতীয় উপগ্রহ লেরেইডকে আবিষ্কার করেন। এর ব্যাস সম্ভবতঃ ২০০ মাইল, কক্ষপথ অনেকটা ধূমকেতুর মত। নেপচূন থেকে এর নিকটতম ও দূরতম দূরত্ব যথাক্রমে ১০ লক্ষ ও ৬০ লক্ষ মাইল। সবচেয়ে দূরে থাকবার সময় এটিকে কক্ষ একবার পূর্ণ আবর্তিত হতে এক বছর সময় নেয়। লেরেইডের উজ্জ্বল

যখন সবচেয়ে বেশী, তখন নেপচুনের আকাশে তাকে দেখায় অস্পষ্ট আলোকবিন্দুর মত।

সৌরজগতের নবম গ্রহ প্লুটোকে গ্রহ না বলে নেপচুনের হারিয়ে-যাওয়া উপগ্রহ বলাই বোধ হয় ঠিক হবে। প্লুটোর পরিভ্রমণ পথ বিশ্লেষণ করে সম্প্রতি এক রুশ বিজ্ঞানী বলেছেন যে, এটি হলো নেপচুনের স্থল উপগ্রহ, সৌরলোক সৃষ্টির পর নেপচুন তাকে হারায়। তিনি আরও বলেন, বহু কোটি বছর আগের সূর্য উজ্জ্বল হয়ে নেপচুনের সজোজাত আবহাওয়া থেকে কিছু গ্যাস বের করে দেয়। তার কলে গ্রহটির ভর ও অভিকর্ষের টান এত কমে যায় যে, প্লুটো তার টান থেকে মুক্ত হয়ে পরিচিতি হয় পৃথক গ্রহরূপে। আবার হয়তো সে ধরা পড়বে নেপচুনের বন্ধনে। এখনই এমন

সম্ভাবনা দেখা দিয়েছে। প্লুটোর চাপা কক্ষপথ তাকে নেপচুনের কক্ষপথের ভিতর দিকে নিয়ে আসে, তখন ঐ গ্রহের থেকে সে প্রায় ৩'৫ কোটি মাইল এগিয়ে থাকে সূর্যের দিকে। এই অবস্থায় সে সহজেই আবার উপগ্রহে রূপান্তরিত হতে পারে।

এখানে উল্লেখ করা যায় যে, নেপচুনের উপগ্রহ টাইটনও এই রকম মুক্তি পেয়েছিল, কিন্তু পরে কাছে এসে সে আবার ধরা পড়ে। কিন্তু এবার তার প্রদক্ষিণ গতির পথ উল্টে যায়।

বুধকে শুক্রের আর প্লুটোকে নেপচুনের উপগ্রহ হিসাবে ধরলে সৌরজগতের গ্রহের সংখ্যা হবে সাত, তার উপগ্রহের সংখ্যা বেড়ে দাঁড়াবে তেরিশ। তবে এই রকম কথা জোর দিয়ে বলা সম্ভব নয়।

১ নং তালিকা

গ্রহ	উপগ্রহের সংখ্যা	উপগ্রহ	গ্রহ থেকে দূরত্ব (মাইলে)	কক্ষ পরিক্রমা (দিনে)
বুধ	০			
শুক্র	০			
পৃথিবী	১	চন্দ্র	২,৩৮,৮৪০	২৭'৩২
মঙ্গল	২	কোবোস	৫,৮২৮	০'৩২
		ডিমোস	১৫,০০০	১'২৬
বৃহস্পতি	১২	আইয়ো	২,৬১,০০০	১'৭৭
		ইউরোপা	৪,১৫,০০০	৩'৫৫
		কলিস্তো	১১,৬৭,০০০	১৬'৬৯
		গ্যানিমিড	৬,৬৪,০০০	৭'১৫
		অনামা	১,১২,৫০০	০'৫০
		"	৭১,১০,০০০	২৫০'৬
		"	১,৪৯,৪০,০০০	৭৩৮'৯০
		"	১,৪৯,৪০,০০০	৭৪৫'০০
		"	৭১,৮৫,০০০	২৫৪'২০
		"	১,৪০,২৪,৮০০	৬৫২'৫০
		"	?	?
		"	?	?

গ্রহ	উপগ্রহের সংখ্যা	উপগ্রহ	গ্রহ থেকে দূরত্ব (মাইলে)	কক্ষ পরিভ্রমণ (দিনে)
শনি	9	মিথাস	1,17,000	0.94
		এলসেলাডাস	1,57,000	1.37
		তেথিস	1,86,000	1.89
		ডিওন	2,34,000	2.74
		রিয়া	3,32,000	4.52
		টাইটান	7,71,000	15.95
		হাইপেরিয়ন	9,34,000	21.28
		আর্যাপেটাস	22,25,000	79.33
		ফোবেব	80,54,000	550.45
ইউরেনাস	5	আরিয়েল	1,20,000	2.52
		আমব্রিয়েল	1,67,000	9.14
		টাইটানিয়া	2,73,000	8.71
		ওবেরোন	3,65,000	13.46
		মিরাণ্ডা	?	1.40
নেপচুন	2	টাইটন	2,21,500	5.88
		লেরেইড	?	?
প্লুটো	0			

সঞ্চয়ন

দৈহিক এবং মানসিক রোগ নিরাময়ে অনশন

মস্কোর মানসিক রোগের চিকিৎসাকেন্দ্রের প্রধান অধ্যাপক ওরাই. এস. নিকোলায়েভ সম্প্রতি ভারত দর্শনে এসেছিলেন। চিকিৎসা পদ্ধতি সম্পর্কে তাঁর গবেষণামূলক কাজ ডাক্তার এবং সাধারণ মানুষের মধ্যে প্রবল কোতূহল জাগিয়ে তুলেছে।

অধ্যাপক নিকোলায়েভ একজন চিকিৎসক, কিন্তু একটু স্বতন্ত্র ধরনের। দৈহিক এবং মানসিক অনেক রোগ নিরাময়কল্পে তিনি অনশন এবং যোগবিজ্ঞা প্রয়োগ করেন এবং তাতে কল তালই হয়।

এই মানুষটির বয়স অনেক দিন ষাট পেরিয়ে গেছে। চল্লিশ বছর ধরে তিনি মনোরোগের গবেষণায় গভীরভাবে ব্যাপৃত আছেন। কিতাবে অনশনের দ্বারা রোগমুক্তির সুপ্রাচীন পদ্ধতিকে বিকশিত করা যায় এবং কিতাবে এই চিকিৎসা-পদ্ধতিকে একটা বৈজ্ঞানিক ভিত্তির উপর দাঁড় করানো যায়—গত পঁচিশ বছর ধরে তিনি সেই চেষ্টা করে চলেছেন। মানসিক রোগ নিরাময়ে পৃথিবীতে তিনিই প্রথম অনশন পদ্ধতি প্রয়োগ করেন। তিনি নিজেকে বলেছেন যে, চিকিৎসার

ক্ষেত্রে যদি দৈহিক এবং মানসিক ঔষধের মিলিত প্রয়োগ ঘটে, তবেই তা সবচেয়ে বেশী ফলপ্রসূ হয়।

অধ্যাপক নিকোলায়েভ বলেছেন যে, তাঁর মানসিক রোগ সারাবার পদ্ধতি অত্যন্ত পদ্ধতির থেকে সম্পূর্ণ পৃথক। প্রথমতঃ, এতে রোগ সারাবার দৈহিক পদ্ধতির সঙ্গে যুক্ত হবে অত্যন্ত ঔষধ ও পরীক্ষার জন্তে যন্ত্রণাতি।

দ্বিতীয়তঃ, এই পদ্ধতির সঙ্গে আয়ুর্বেদীয় এবং বৌদ্ধিক পদ্ধতির মূলগত পার্থক্য আছে। পার্থক্যটা এই যে, রোগ নির্ণয়ের জন্তে সব রকম ব্যবস্থা করা হয়, তাতে সমসাময়িক চিকিৎসা-বিজ্ঞানের সমস্ত পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়, যেমন—রঞ্জন রশ্মি, আধুনিক গবেষণাগার এবং বৈজ্ঞানিক চিকিৎসাশাস্ত্রের সর্বপ্রকার পদ্ধতি।

অধ্যাপক নিকোলায়েভ বলেছেন যে, ব্যাপকভাবে তাত্ত্বিক গবেষণা-সৃষ্ট এই সময়ের ফলে মানসিক ব্যাধির বিরুদ্ধে সংগ্রাম অনেক বেশী ফলপ্রসূ হবে। এই সব জটিল ব্যাধি অল্প কোন ভাবে সারানো যায় না।

কিন্তু ওবু এখনো অনেক কিছু করবার আছে। নিকোলায়েভ বলেছেন—তাঁর চিকিৎসা কেন্দ্রে ৫০০০ রোগী চিকিৎসিত হন। তার মধ্যে ৬০ থেকে ৮০ শতাংশ রোগমুক্ত হয়ে হাসপাতাল ছাড়েন। তিনি জোর দিয়ে বলেছেন যে, এদের প্রতিটি ক্ষেত্রে কোন চিকিৎসারই আগে কোন ফল হয় নি।

তিনি এই বিষয়ে নিঃসন্দেহ, যে সব মানসিক ব্যাধি আধুনিক ঔষধে নিরাময় হয়, সেই সব মানসিক ব্যাধি অনশন পদ্ধতিতে অনেক তাড়া-তাড়ি ভালভাবে সারে।

তাঁর চিকিৎসা কেন্দ্রের কথা উল্লেখ করে তিনি বলেন যে, সেখানে চিকিৎসার সব রকমের আধুনিক ব্যবস্থা আছে। সেখানে ১২ জন ডাক্তার এবং ৮০টি শয্যা আছে। নিজের দৈনন্দিন কর্তব্য কাজ ছাড়াও প্রতিটি ডাক্তার একটি বিশেষ বিষয়ে গবেষণা চালান।

আসলে অনশনের দ্বারা রোগ নিরাময়ের বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব ঊনবিংশ শতাব্দীর শেষের দিকে সোভিয়েট ইউনিয়নে চালু ছিল। আর এই পদ্ধতির প্রবক্তা ছিলেন রুশ ডাক্তার পান্তভিন। এখানে উল্লেখ করা যায় যে, অনশন-পদ্ধতির বাস্তব ভিত্তি ভারতবর্ষেই প্রথম সৃষ্টি হয়েছিল এবং তারপর কোন না কোন প্রকারে তা রাশিয়ারও চালু হয়েছে।

এই বিষয়ে অস্বপ্নান করবার জন্তে তিনি দ্বিতীয়বার ভারতবর্ষে এসেছেন, কিন্তু ভারতীয় প্রাচীন চিকিৎসা পদ্ধতি সম্পর্কে জ্ঞানলাভের জন্তে তাঁকে বারবার ভারতে আসতে হবে।

ভারতে আয়ুর্বেদীয় চিকিৎসা পদ্ধতির উল্লেখ করে অধ্যাপক নিকোলায়েভ বলেন যে, এই চিকিৎসা পদ্ধতি এদেশে ব্যাপকভাবে প্রয়োগ করা হয় না। কিন্তু তিনি মনে করেন তার সম্ভাবনা আছে।

অনশন-পদ্ধতিতে রোগ সারাবার জন্তে ভারতে কয়েকটি চিকিৎসা কেন্দ্র খোলা হয়েছে। তিনি তার প্রশংসা করেন।

অধ্যাপক নিকোলায়েভ অনশন-পদ্ধতিতে রোগমুক্তি সম্পর্কে কিছু মূল্যবান তথ্য নিয়ে যাচ্ছেন। এগুলি তিনি তাঁর চিকিৎসা কেন্দ্রের রোগীদের উপর প্রয়োগ করবেন।

বিমান ও মহাকাশযানের সাহায্যে প্রাকৃতিক সম্পদের সন্ধান

কয়েক বছর আগে আইসল্যান্ডের কয়েক জন মৎস্য-শিকারী আটলান্টিকের একটি উপসাগরে বেশ বড় এক ঝাঁক মাছের সন্ধান পেয়ে তাদের শিহনে ধাওয়া করে। কিছু দূর গিয়েই মাছের ঝাঁকটা কোথায় যেন হারিয়ে গেল, অনেক খোজা-খুঁজি করেও তাদের সন্ধান পাওয়া গেল না।

কিন্তু একজন বৈমানিক দিলেন সেই পলাতক মাছের ঝাঁকের সন্ধান। আটলান্টিকের জলের যে তাপমাত্রা, তার চেয়ে অন্ততঃ দশ ডিগ্রী উষ্ণতর উপসাগরের জল। সে কারণেই মাছগুলি সাধারণতঃ উপসাগর ছেড়ে যে সমুদ্রে যায় না—ঐ বৈমানিক তা জানতেন। স্মরণ্য ঐ মাছের ঝাঁক ঐ উষ্ণ জলধারার কোন কিনারায় নিশ্চয়ই লুকিয়ে রয়েছে—এই ছিল তাঁর সুনিশ্চিত ধারণা। সমুদ্র ও উপসাগরের মধ্যে যে অদৃশ্য সীমারেখা রয়েছে, সেখানেও ঐ মাছগুলি থাকতে পারে। ঐ বিমানে উপসাগর ও মহাসাগরের তাপমাত্রা নিরূপণ ও দূরবর্তী স্থানের তথ্যাদি সংগ্রহের যন্ত্রপাতি ছিল। এগুলিকে বলা হয় ‘রিমোট সেন্সিং’ যন্ত্র। এর সাহায্যে বিমানটি ঐ উপসাগরের উপর দিয়ে উড়ে যাবার সময় জলের তাপমাত্রা নিরূপণ ও ওই সব মাছের অবস্থিতি নির্ণয় করে।

ভূগর্ভে লুক্কায়িত পৃথিবীর প্রাকৃতিক সম্পদের অবস্থান নির্ণয়েও আমেরিকা ঐ সকল যন্ত্রের সাহায্যে নিচ্ছে এবং কেবল বিমানে নয়, মহাকাশযানে রক্ষিত ঐ সকল অরুঞ্জিত যন্ত্রের সাহায্যেও ভূগর্ভে লুক্কায়িত সম্পদের সন্ধান উন্মোচনী হয়েছে। আশা করা যায়, আগামী বছরেই আমেরিকার একটি সম্পদ-সন্ধানী উপগ্রহ মহাকাশে উৎক্ষেপিত হবে।

পৃথিবীর সকল বস্তু থেকেই বিদ্যুৎ-চৌম্বক তেজস্ক্রিয় শক্তি বা ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক

রেডিয়েশন বিচ্ছুরিত হয়, কিন্তু খালি চোখে তা দেখা যায় না এবং অণ্টিক্যাল ক্যামেরার সাহায্যেও তার ছবি তোলা যায় না। তবে ক্যামেরার কালার ফিল্টার দিয়ে বিভিন্ন স্তরের অবলোহিত রশ্মির তেজস্ক্রিয়তার ছবি তোলা যায়। বিভিন্ন স্তরের তেজস্ক্রিয়তা থেকে বিভিন্ন বস্তুর অস্তিত্ব নিরূপিত হয়।

সমগ্র পৃথিবীর প্রাকৃতিক সম্পদের সন্ধান নিতে হলে বিশ্বের বিভিন্ন রাষ্ট্রের এই ব্যাপারে সহযোগিতা প্রয়োজন। গত মে মাসে আমেরিকার মিচিগান রাজ্যের আনআরবারে জাতীয় বিমান বিজ্ঞান ও মহাকাশ সংস্থা হু-সস্তাহের জন্তে একটি আলোচনা সভার আয়োজন করে। ঐ সভায় 37টি দেশের এবং 12টি আন্তর্জাতিক সংস্থার চার শতেরও বেশী বিজ্ঞানী ও পদস্থ কর্মচারীরা অংশগ্রহণ করেন। ভারতের পক্ষে ইণ্ডিয়ান স্পেস রিসার্চ অর্গ্যানাইজেশন-এর ডক্টর টি. এ. হরিহরন, ইণ্ডিয়ান এগ্রিকালচারাল রিসার্চ ইনস্টিটিউটের ডক্টর এ. এল. সন্মানাভার, জিওলোজিক্যাল সার্ভে অব ইণ্ডিয়ার কে. উম্মি, সার্ভে ট্রেনিং স্কুলের কর্ণেল এন. কে. সেন, ইণ্ডিয়ান কটো ইনটারপ্রিটেশন ইনস্টিটিউটের কর্ণেল আর. কে. আগওয়াল্লা এবং ফিজিক্যাল রিসার্চ লেবরেটরীর ডক্টর পি. আর. শিশারটি ঐ বৈঠকে বোগদান করেছিলেন।

ঐ সকল বৈঠকে আমেরিকার জাতীয় বিমান বিজ্ঞান ও মহাকাশ সংস্থার বিজ্ঞানী ‘রিমোট সেন্সিং’ পদ্ধতি বিশ্লেষণ করেন এবং এই পদ্ধতি যে কৃষি-বিজ্ঞান, বন-বিজ্ঞান, জল-বিজ্ঞান, সমুদ্র-বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে এবং পরিবেশ ও জলবায়ু দূষিতকরণের ক্ষেত্রে প্রয়োগ করা যেতে পারে, তা বিশদভাবে ব্যাখ্যা ও প্রতিপাদন করেন।

মার্কিন জাতীয় বিমান বিজ্ঞান ও মহাকাশ

সংস্থার আন্তর্জাতিক বিষয় বিভাগের সহকারী কর্ম পরিচালক আর্নল্ড ক্রুটকিন ঐ বৈঠকে বলেন যে, পৃথিবীর প্রথম সম্পদ-সম্বানী উপ-গ্রহের সাহায্যে সংগৃহীত তথ্যাদি ঐ কার্যসূচী সমাপ্ত হবার সঙ্গে সঙ্গেই আগ্রহশীল রাষ্ট্র-সমূহের মধ্যে বন্টন করা হবে। তবে পৃথিবীর যে সকল দেশে মহাকাশযান থেকে স্বয়ংক্রিয় যন্ত্রের সাহায্যে প্রেরিত তথ্য সংগ্রহ করবার ব্যবস্থা রয়েছে, সেই সকল দেশ ঐ উপগ্রহ থেকে সরাসরিই তথ্যাদি পেয়ে যাবে। যে সকল দেশে তা নেই, সেই সকল দেশকে মার্কিন জাতীয় বিমান বিজ্ঞান ও মহাকাশ সংস্থা এবং অন্তান্ত সরকারী প্রতিষ্ঠান ঐ সকল তথ্য সরবরাহ করবে।

ঐ বৈঠকে প্রধান ভারতীয় প্রতিনিধি ডক্টর শিশারটি 'রিমোট সেন্সিং' টেকনোলজী সম্পর্কে ভারত-এ বিশেষ আগ্রহশীল এবং এই বিজ্ঞানের বিভিন্ন ক্ষেত্রে 'প্রবেশ সম্পর্কে ভারতে যে পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালানো হচ্ছে, তা-জ্ঞাপন করেন। দৃষ্টান্ত হিসাবে তিনি দুটি পরীক্ষার কথা উল্লেখ করেন।

প্রথমতঃ, ভারতের কেরল রাজ্যে নারকেল গাছে এক প্রকার ভাইরাসবাহিত রোগ হয়। ঐ সকল ভাইরাসের সন্ধান এবং তাদের ধ্বংস করবার জন্তে ঐ 'রিমোট সেন্সিং' টেকনোলজীর সাহায্য নেওয়া হচ্ছে। নারকেল গাছ ঐ রোগে আক্রান্ত হলে কলন প্রচুর পরিমাণে কমে যায়। বহু বিজ্ঞানী অঞ্চল এই রোগে আক্রান্ত হবার পর বাইরে তেমন কোন লক্ষণ দেখা যায় না। বাইরের লক্ষণ প্রকাশ হওয়া যাত্র মূলসহ ঐ গাছ উপড়ে ফেলতে হয়।

কিন্তু হেলিকপ্টারে রক্ষিত ক্যামেরার অবলোকিত আলোর গৃহীত আলোকচিত্রের মাধ্যমে নারকেল গাছের ঐ রোগ নিরূপণ এখন আর কঠিন কাজ নয়। বাইরে থেকে একটি সূক্ষ্ম ও পীড়িত নারকেল গাছ দেখতে সম্পূর্ণ এক রকম। বিজ্ঞানীরা এই প্রসঙ্গে বলেছেন যে, বিমান থেকে আলোকচিত্র গ্রহণকালে পীড়িত বৃক্সসমূহের

লাল রং সূক্ষ্ম যন্ত্রের তুলনায় অনেক কম দেখায়। ভারত সরকারকে এই কাজে আমেরিকার জাতীয় বিমান বিজ্ঞান ও মহাকাশ সংস্থা সাহায্য করেছে।

ডক্টর শিশারটি এই প্রসঙ্গে বলেছেন যে, এই 'রিমোট সেন্সিং' পদ্ধতির সাহায্যে উদ্ভিদের রোগ গোড়াতেই ধরা পড়ে, ফলে চিকিৎসার ব্যবস্থা করা যায়। তবে এই পদ্ধতি কোন চিকিৎসা ব্যবস্থা নয়।

দ্বিতীয়তঃ, এই পদ্ধতির সাহায্যেই ভূগর্ভে সঞ্চিত ধাতব পদার্থের সন্ধান নেবার জন্তে ভারতে আর একটি পরীক্ষামূলক পরিকল্পনাও গৃহীত হয়েছে। বিজ্ঞানীরা এতে ম্যাগনেটোমিটার ও মাইক্রোওয়েভ যন্ত্র ব্যবহার করেছেন। বিমান-বাহিত ঐ সকল যন্ত্রের সাহায্যে ভারতের নানা স্থানে ধাতব পদার্থের সন্ধান নেওয়া হচ্ছে। কোন কোন বিদেশী বেসরকারী ব্যবসায় প্রতিষ্ঠান একাঞ্জে ভারত সরকারকে সাহায্য করেছেন।

ডক্টর শিশারটি প্রতিনিধিবর্গকে এই প্রসঙ্গে আরও বলেছেন যে, এই 'রিমোট সেন্সিং' টেকনোলজীর সাহায্যে সমুদ্রের উপরিভাগের তাপমাত্রা সম্পর্কে তথ্যাদি সংগ্রহ করে মৌসুমী বায়ুপ্রবাহ বা বর্ষারস্তের পূর্বাভাস জ্ঞাপন করা যায় কি না, সে বিষয়েও পরীক্ষা চালানো হচ্ছে।

তিনি বলেন যে, মৌসুমী বায়ুপ্রবাহের সঠিক সময় নির্ধারণ করতে পারলে বর্ষারস্তের অন্ততঃ চার-পাঁচ দিন পূর্বে সঠিক পূর্বাভাস দিতে পারলে ভারতের কৃষিব্যবস্থার খুবই উপকার হতে পারে। এই মৌসুমী বায়ুপ্রবাহ সমুদ্রের উপরিভাগের তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল।

বিমান বা মহাকাশযান থেকে স্বয়ংক্রিয় যন্ত্র-পাতির সাহায্যে প্রাকৃতিক সম্পদের সন্ধানলাভ এবং আবহাওয়া সম্পর্কে তথ্যগ্রন্থসন্ধান এই সকল ব্যবস্থার দ্বারা পৃথিবীর উন্নতিশীল রাষ্ট্রগুলিসহ সকলেই উপকৃত হবেন। এই পদ্ধতির সাহায্যে তথ্যেতে মানুষের জীবনকে সমৃদ্ধতর করার এবং প্রাকৃতিক সম্পদ অধিকতর পরিমাণে ব্যবহার করবার যে বিশেষ সম্ভাবনা রয়েছে, তা আলোচনা সভার সমবেত সকলেই স্বীকার করেন।

টায়ারের কথা

রবীন বন্দ্যোপাধ্যায়*

প্রতিদিন সারা বিশ্বের বিভিন্ন প্রান্তের পথে পথে মোটরবান ও ট্রাকে লক্ষ লক্ষ মানুষ ও পণ্যসামগ্রী বাহিত হয়ে থাকে। এই অসংখ্য যানের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ হচ্ছে টায়ার। আমাদের দেশে মোটরবান শিল্প যেমন ক্রমশঃ প্রসার লাভ করছে ও অসংস্পর্শ হয়ে উঠছে, তেমনি টায়ার শিল্পও আজ এক বিশেষ ভূমিকা গ্রহণ করেছে।

গত জাহ্নসারী মাসে ব্যাংকালোরে বিজ্ঞান কংগ্রেসের অধিবেশন শেষ হবার পর মার্কিন তথ্য-কেন্দ্রের আমন্ত্রণে মাদ্রাজ শহরের উপকণ্ঠে তিরুবতী আয়ার অফলে মাদ্রাজ রাবার ক্যাক্টরী দেখবার সুযোগ হয়। এই কারখানায় মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের 'ম্যানসকিল্ড' প্রতিষ্ঠানের সহযোগিতায় মোটরগাড়ী ও ট্রাকের উন্নত ধরনের টায়ার নির্মিত হচ্ছে। কারখানার ম্যানেজার শ্রীজে. ভি. রামানা এবং টায়ার নির্মাণের ম্যানেজার শ্রী টি. ইরাণেন কোণী আমাদের কারখানার বিভিন্ন বিভাগ ঘুরিয়ে দেখান এবং টায়ার নির্মাণের সমস্ত কলকৌশলের ব্যাখ্যা করেন।

টায়ারের আদি কথা

মোটরগাড়ীর আদি যুগে গাড়ীতে নীরেট টায়ার ব্যবহৃত হতো। নীরেট টায়ার খুব ভারী বলে আইরিশ বিজ্ঞানী ডানলপ কাঁপা টায়ারের প্রচলন করেন 1893 খৃষ্টাব্দে। এগুলির গা ছিল সমতল। এক্ষেত্রে এই টায়ার শিঁছে যেত অনেক সময়। এই অসুবিধা দূরী-করণের ক্ষেত্রে আবিষ্কৃত হয় বাঁজ-কাটা (Non-skid) টায়ার। এরপর মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের গুড-

ইয়ার টায়ার জোড়া দেবার ভালকানিজেশন পদ্ধতি (Vulcanisation) আবিষ্কার করেন।

গুডইয়ার ছিলেন ফিলাডেলফিয়ার একজন ব্যবসায়ী। অল্প বয়স থেকেই তিনি রাবারকে এমনভাবে তৈরি করতে চেয়েছিলেন, যাতে সেটা খুব ঠাণ্ডা বা খুব গরমে টেকসই হয়। গুডইয়ার কিন্তু রসায়নবিদ্যা জানতেন না কিছুই। রাবারের সঙ্গে এটা-ওটা মিশিয়ে তিনি পরীক্ষা করতেন, অবশ্য জানতেন না তার ফল কি হবে।

একদিন তিনি রাবারের আঠার সঙ্গে গন্ধক মিশিয়ে পরীক্ষা করছিলেন। মিশ্রিত জিনিষ খানিকটা পড়ে গেল একটা উত্তপ্ত ঠোঙের উপর। তিনি বিষয়ের সঙ্গে লক্ষ্য করলেন, ওটা গলে গেল না। গুডইয়ার যা চাচ্ছিলেন, তা-ই আকস্মিকভাবে পেয়ে গেলেন। ফলে আবিষ্কৃত হলো মোটরগাড়ীর আধুনিক টায়ার।

টায়ারের বিভিন্ন অংশ

আজকাল মোটরগাড়ী ও ট্রাকে যে টায়ার ব্যবহৃত হয়, তা প্রধানতঃ তিনটি অংশ নিয়ে গঠিত। এই তিনটি অংশ হচ্ছে—(1) ট্রেড (Tread), (2) প্লাইজ (Plies), (3) বীড্‌স (Beads)। ট্রেড বলতে বোঝায় টায়ারের সেই অংশটি—যা পথের প্রত্যক্ষ সংস্পর্শে আসে এবং পথে চলাচলের ফলে বা কালক্রমে জীর্ণ হয়। যে ধরনের গাড়ীতে (বাজীবাহী বা পণ্যবাহী ট্রাক) টায়ার লাগানো হবে এবং যে ধরনের

*দ্বি ক্যালকাটা কেমিক্যাল কোং লি., কলকাতা-29।

রাস্তার উপর দিয়ে গাড়ী যাতায়াত করবে, সেই অল্পব্যয়ী টায়ারের আকার ও তার প্রস্তুত-প্রণালীর তারতম্য ঘটে। পথে চলাচলের সময় ট্রেড অংশটি কেটে, ছিঁড়ে বা কেটে যেতে পারে। একারণে ট্রেড অংশটি যাতে তাড়াতাড়ি জীর্ণ না হয়, সেদিকে দৃষ্টি রেখে টায়ার-বিশেষজ্ঞ রসায়ন-বিজ্ঞানীরা টায়ার প্রস্তুতের সময় যথোপ-যুক্ত রাসায়নিক পদার্থসমূহ সুষম পরিমাণে ব্যবহার করেন। এর মূল উদ্দেশ্য হচ্ছে এমনভাবে টায়ার প্রস্তুত করা, যাতে পিছলানো রোধ করা যায়, টায়ার সবচেয়ে কম নমনীয় হয়, অনির্ঘমিতভাবে জীর্ণ না হয় এবং যতদূর সম্ভব বেশী দিন ভালভাবে চলতে পারে।

টায়ারের প্রাইজ অংশটিকে আমাদের দেহের অস্থি-কাঠামোর সঙ্গে তুলনা করা যায়। সংশ্লিষ্ট মহলে চলতি কথার এদের বলা হয় ক্যানভাস বা কারক্যাস। টায়ারের এই অংশটি ভারী বোঝা বহনের শক্তি যোগায় এবং সাধারণতঃ এমন শক্ত হয় যে, বাইরের অংশ (ট্রেড) একাধিকবার বদলানো যেতে পারে। প্রাইজ হচ্ছে বলতে গেলে একটি তন্তুজ কাঠামো। সাধারণতঃ নাইলন বা কৃত্রিম রেশম দিয়ে এই তন্তু তৈরি হয়। পরপর ছুটি তন্তুর মাঝখানে থাকে একটি স্থিতিস্থাপক রাবারের স্তর, যার কলে তন্তুগুলি পরস্পর থেকে তাপ-অন্তরিত হয়। এই ধরনের কয়েকটি প্রাইজ এমনভাবে সাজানো হয়, যাতে একান্তর প্রাইজ একটা নির্দিষ্ট কোণে ছেদ করে। এই কোণ হচ্ছে টায়ার প্রস্তুতের ক্ষেত্রে একটা গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। প্রাইজে যে রাবার যৌগগুলি ব্যবহার করা হয়, সেগুলি তন্তুর সঙ্গে এঁটে লেগে থাকতে বিশেষ সাহায্য করে এবং স্থিতিস্থাপকতা অনেকখানি বাড়িয়ে দেয় ও আভ্যন্তরীণ তাপ উৎপাদন যতদূর সম্ভব কমিয়ে আনে।

বীড বলতে টায়ারের সেই অংশকে বোঝায়, যা মোটরযানের গ্যাকার বেডের সঙ্গে টায়ারকে

ধরে রাখে। বীড তৈরি হয় উচ্চ প্রশারণশীল ইম্পাউন্ডের তার দিয়ে। ইম্পাউন্ডের তার ছাড়া বীড তৈরির উপকরণে থাকে রাবারের খাদ, রাবারের অংশবিশেষ। এই সমস্ত উপকরণ টায়ারের বীড অংশকে চাপ ও টানের ক্ষতি-কারক প্রভাব থেকে রক্ষা করে এবং টায়ারকে সূক্ষ্ম থাকবার শক্তি যোগায়।

টায়ারের প্রস্তুত-প্রণালী

যে কোন টায়ারের কারখানায় গেলে প্রথমে চোখে পড়ে বানবারি মিক্সার (Banbury Mixer)। এই মিশ্রণ যন্ত্রে রাবার ও কনভেরার বেটের সাহায্যে বাহিত বিবিধ রাসায়নিক দ্রব্য মেশানো হয় এবং পাঁচ মিনিটের মধ্যে প্রায় 500 পাউণ্ড ওজননের মিশ্রিত রাবার যৌগ বেরিয়ে আসে। উপকরণগুলি যাতে সম্পূর্ণ ও সমভাবে মিশ্রিত হয়, তার জন্তে এরপর একটি খোলা মিলে (মিশ্রণের আধার) মিশ্রণকারী যন্ত্রের সাহায্যে আরও ভালভাবে মেশানো হয়। এই সময় যে সব রাসায়নিক দ্রব্য যোগ করা হয়, সেগুলি হচ্ছে গন্ধক, কার্বন-ব্ল্যাক, জিঙ্ক অক্সাইড, স্টিয়ারিক অ্যাসিড ইত্যাদি। এর মধ্যে কতকগুলি দেওয়া হয় মিশ্রণকার্য ঠিকভাবে সম্পাদনের জন্তে, কতকগুলি দেওয়া হয় রাবারের অক্সিজেন সংযোগ (যা কালক্রমে হবার সম্ভাবনা থাকে) প্রতিরোধের জন্তে এবং বাকীগুলি যোগ করা হয় রাবারের উপর গন্ধকের প্রভাব দ্বারা দূরীকৃত করার জন্তে। প্রত্যেক বার এই সমস্ত উপকরণ মিশিয়ে যে মিশ্র যৌগ প্রস্তুত হয়, তা যথাযথভাবে মিশ্রিত হয়েছে কিনা পরীক্ষা করে দেখা হয়। মিশ্র যৌগের আপেক্ষিক গুরুত্ব, ড্রাচা ইত্যাদি পরীক্ষা করে তা নির্ধারণ করা যায়।

মিশ্রণ আধার থেকে মিশ্র রাবার যৌগ এরপর এক্সট্রুডার (Extruder) নামে একটি যন্ত্রে ঢুকিয়ে দেওয়া হয়। এক্সট্রুডারের কাজ

হচ্ছে অনেকটা মাংস টুকরা করবার দার-মত। এক্সট্রুডার থেকে যে গরম রাবার যোগ বেরিয়ে আসে, তা এক্সট্রুডারের মুখে লাগানো নির্দিষ্ট আয়তনের ছাঁচে প্রবেশ করে। এই ছাঁচে রাবার যোগের পাতের পুরুত্ব নির্ধারিত হয়। এই রাবারের পাত দিয়ে নির্দিষ্ট আয়তনের টায়ারের ট্রেড অংশ প্রস্তুত হয়। ট্রেডের নীচের দিকে পলিথিন প্রলেপের একটি আবরণ জুড়ে দেওয়া হয়। ট্রেড ও প্রাইজ অংশ দুটিকে ভালভাবে সংযুক্ত করে রাখতে এই পলিথিনের আবরণ সাহায্য করে। আবরণযুক্ত ট্রেড এরপর জলের একটা লম্বা ট্যাঙ্কে এসে পৌঁছয় এবং সেখান থেকে ঠাণ্ডা ও পরিষ্কার হয়ে বেরিয়ে আসে। এরপর এটাকে নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যে কেটে ফেলা হয়। কি আয়তনের টায়ার তৈরি হবে, সেই অনুযায়ী এই দৈর্ঘ্য নির্ভর করে।

টায়ারের তন্তুজ অংশের আলোচনার এবার আসা যাক। আগেই বলা হয়েছে, তন্তুজ অংশ গঠিত হয় নাইলন বা রেশন (কৃত্রিম রেশম) তন্তু দিয়ে। এই তন্তুকে টায়ারের পেশীতন্তুস্বরূপ বলা যায়। তন্তুজ অংশের স্রোচ্য গড়ে তোলবার জন্তে (বা ছাড়া টায়ারের স্রোচ্য বৃদ্ধি করা যায় না) একরকম নির্ধারিত স্রবণে ডোবানো হয়। এই স্রবণে থাকে প্রধানতঃ সংশ্লেষিত তিনাইল পিরিডাইন নির্ধারিত এবং কিছু পরিমাণ প্রকৃতিজ রাবারের নির্ধারিত। স্রবণে ডোবানো তন্তু এরপর সম্পূর্ণ শুষ্ক ও প্রসারিত করা হয়। অতি জটিল যন্ত্রপাতির সাহায্যে তন্তুর ডোবানো, শুকানো ও প্রসারণ-ক্রিয়া সম্পন্ন হয়। মাত্রাজ রাবার ক্যান্টারিতে এই ধরনের যে যন্ত্রপাতি আছে, তা দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়ার মধ্যে সর্বাবুদিক যন্ত্রপাতির অন্ততম।

স্রবণে ডোবানো তন্তু এরপর তিনটি রোলারের উপর রাবার যোগের সঙ্গে জুড়ে দেওয়া হয়। রাবার মিশ্রণের আধারে যে গরম রাবার যোগ প্রস্তুত হয়, তা উপরের ও মাঝখানের রোলারের

মধ্যে ঢোকানো হয়। যথাযথভাবে শুকিয়ে নেবার পর তন্তুজ অংশ মাঝখানের ও নীচের রোলারের মধ্যে ঢোকানো হয়। রোলারগুলির মধ্যে ব্যবধান বা ফাঁক কমানো-বাড়ানো যায়। যোগের উপর তন্তুজ আবরণ খুব পাতলা করে দেওয়া হয় এবং এক ইঞ্চির ভগ্নাংশের মধ্যে তা আনা যায়। ইলেকট্রনিক নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থার এটা করা সম্ভব হয়। প্রথমে একদিকে আবরণ দেওয়া হয়, তারপর আরেক দিকে।

তন্তুজ আবরণ দেওয়া রাবার এবার নির্দিষ্ট প্রস্থে কাটা হয়। টায়ার প্রস্তুতের ক্ষেত্রে যে কোণে ও যে প্রস্থে এই কাটা হবে, সেটা বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। এই কারণে একটু এদিক-ওদিক বাতেনা হয়, সে জন্তে ফটো-ইলেকট্রিক কোষের সাহায্যে এই কাটা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। তন্তুজ প্রলেপ দেওয়া কাটা রাবার এরপর টায়ার তৈরির যন্ত্রপাতিতে নিয়ে আসা হয়।

পিতল বা তামার আবরণ দেওয়া উচ্চ প্রসারণশীল ইম্পাতের তারের বীড একটি অতি-ক্ষুদ্র রাবার এক্সট্রুডারের মধ্য দিয়ে চালনা করা হয়। এর কলে বীডের তারের উপর রাবারের প্রলেপ জুড়ে যায়। রাবারের প্রলেপ দেওয়া বীডের তারগুলি দিয়ে নির্দিষ্ট ব্যাসের বেড় তৈরি করা হয়। যে আয়তনের টায়ার তৈরি হবে, সেই অনুযায়ী বীডের বেড়ের ব্যাস ঠিক করা হয়। বীডের বেড় এরপর তন্তুজ বস্ত্র দিয়ে ঢেকে দেওয়া হয়। বেড়গুলিকে যথাস্থানে রাখবার জন্তে এটা করা দরকার হয়।

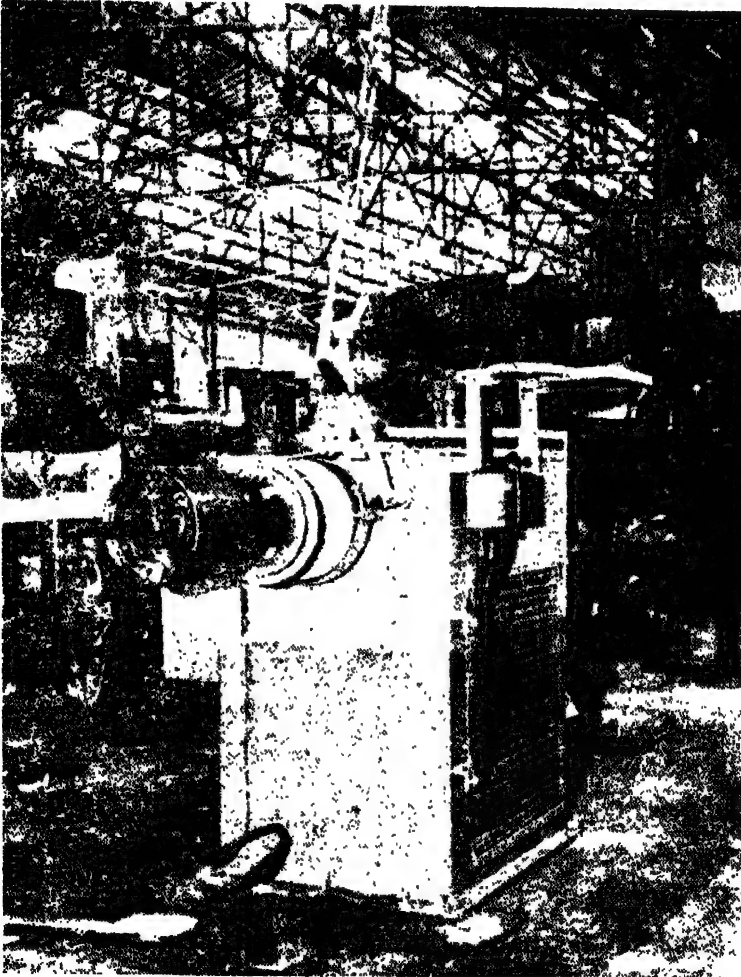
ট্রেড অংশ এবং তন্তুজ অংশ এভাবে প্রস্তুত করবার পর টায়ার তৈরির যন্ত্রপাতিতে সেগুলিকে জোড়া হয়। টায়ার তৈরির যন্ত্রপাতির সামনে টারেট (Turret) নামে রোলে কাটা তন্তুজ প্রাইজ ঢোকানো হয়। অশারেটর বাঁতে একটার পর একটা প্রাইজ সহজে ঢোকাতে পারেন, সে জন্তে এই ব্যবস্থা করা হয়। টায়ার তৈরির

বস্ত্রপাতির পিছন দিকে ট্রেড অংশগুলিকে রাখা হয়। এই ব্যবস্থাও অপারেটরের কাজের সুবিধার জন্তে।

টায়ার তৈরির যন্ত্রপাতি

টায়ার তৈরির যন্ত্রপাতির মধ্যে থাকে একটি স্থায়ীমান ড্রাম এবং ড্রামের উপর বিভিন্ন

দেন। তার কলে ড্রামে তন্তুজ অংশ বেশ শক্তভাবে শুটিয়ে যায়। এটি হলো টায়ারের প্রথম প্রাইজ। যে ধরনের টায়ার তৈরি হবে, তার উপর নির্ভর করে প্রাইজের সংখ্যা। ট্রাকের টায়ারের জন্তে দরকার হয় ১০ থেকে ১৬ প্রাইজ, মোটর গাড়ীর জন্তে ৪ থেকে ৮ প্রাইজ, আর স্কটারের জন্তে ২ থেকে ৪ প্রাইজ।



টায়ার তৈরির যন্ত্রপাতি

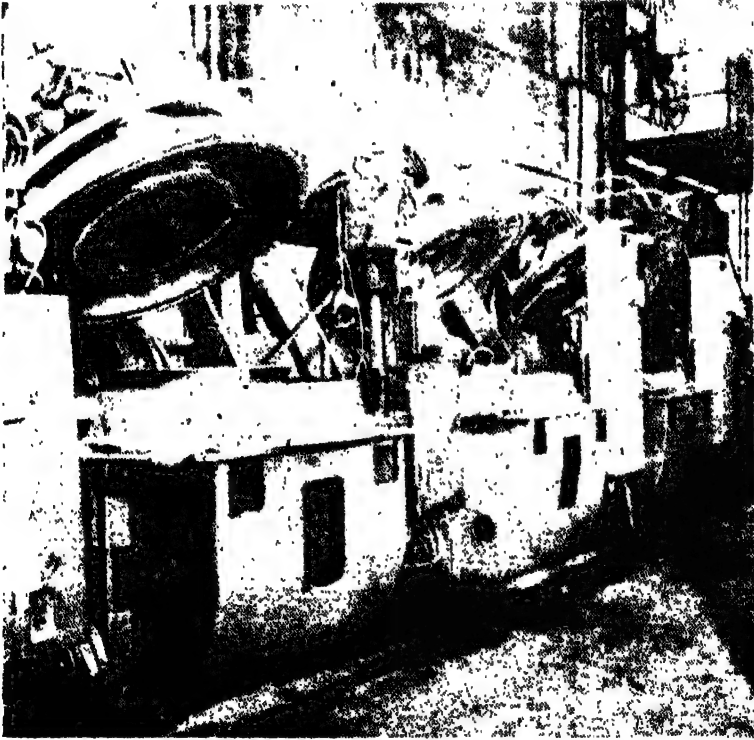
প্রাইজকে লাগাবার জন্তে একটি গাইড টেবল। তন্তুজ অংশের একটা প্রান্ত অপারেটর ড্রামে ঢুকিয়ে ও শুটিয়ে দেন এবং অপর প্রান্ত পাকিয়ে

প্রথম প্রাইজ দেবার পর অপারেটর দ্বিতীয় প্রাই সাজিয়ে দেন। প্রথম প্রাই যেদিকে দেওয়া হয়, দ্বিতীয়টি দেওয়া হয় তার বিপরীত দিকে।

উত্তর দিকে টায়ারকে মজবুত করে তোলবার জন্তে এই ব্যবস্থা করতে হয়। এভাবে নির্দিষ্ট ধরনের টায়ারের জন্তে নির্দিষ্ট সংখ্যক প্রাই সাঁজানো হয়। তারপর সেগুলিকে সতর্কতার সঙ্গে মসৃণ এবং বায়ু-চাপের দ্বারা চালিত যন্ত্রের সাহায্যে জোড়া হয়। এর ফলে প্রাইজের মাঝখানে বায়ু থাকলে তা দূরীভূত হয় এবং প্রাইগুলি ঠিকভাবে জুড়ে যায়। বীড তারের পাঁকানো কুণ্ডলী এরপর প্রাইজের উত্তর প্রান্তে রাখা হয় এবং প্রান্তগুলি ড্রামের দুই দিক থেকে শুটিয়ে বীডের উপর আনা হয়। এভাবে

পাউণ্ড বায়ুচাপে চালিত জোড়া লাগাবার যন্ত্রের সাহায্যে ট্রেড যথাযথভাবে জুড়ে দেওয়া হয়। টায়ার তৈরির যে ড্রামের উপর এই গুরুত্বপূর্ণ কাজ এতক্ষণ সম্পাদন করা হয়েছে, তা থেকে টায়ার-টিকে সরিয়ে এনে এবার রাকে রাখা হয়।

এভাবে যে টায়ার প্রস্তুত হলো, তাকে বলা হয় কঁচা টায়ার (Green Tyre)। কঁচা বলবার কারণ, এতক্ষণ পর্যন্ত টায়ারকে ভাঙানাই জুড় করা হয় নি। এবার এয়ার ব্যাগ (Air bag) নামে একটি পুরু রাবার টিউব টায়ারের মধ্যে ঢুকিয়ে দেওয়া হয়। হাঁচের মধ্যে টায়ারকে



টায়ারের হাঁচ

প্রাইজের দ্বারা বীডগুলি যথাযথভাবে দৃঢ়ভাবে জুড়ে থাকে।

অপারেটরের সামনে যে ট্রেড ছিল, সেটি এবার প্রাইজের উপর চাপানো হয়। 100

সর্বশেষ আকৃতি দেওয়া ছাড়া টায়ার এখন প্রায় সম্পূর্ণ তৈরি হয়ে এসেছে।

হাঁচ দু-ভাগে বিভক্ত। ট্রেডের প্যাটার্ন হাঁচে কেটে বসানো হয়। হাঁচের নীচের দিকে অবশিষ্ট

এয়ার ব্যাগসমত টায়ার এবার চুকিয়ে দেওয়া হয়। ঢোকাবার পর হাঁচি বন্ধ করা হয় এবং টায়ারের ভাঙানাইজেশন আরম্ভ হয়। তাপের সাহায্যে এই প্রক্রিয়া সম্পাদন করা হয়। এজেন্টে ২৪৪° থেকে ৩০০° কাঃ পর্যন্ত তাপমাত্রা প্রয়োজন হয়। টায়ারের মধ্যে এয়ার ব্যাগে ১৭৫ পাউণ্ড বায়ু-চাপ দেওয়া হয়। তাপ প্রয়োগের কালে প্রথমে রাবার নমনীয় হয়ে ওঠে। এয়ার ব্যাগের মধ্যে চাপ এই রাবারকে হাঁচের ভিতরে কাটা আকৃতির রূপ দেয়। ক্রমশঃ রাবার তার নমনীয়তা হারিয়ে শক্ত হতে থাকে এবং এই প্রক্রিয়াই হলো ভাঙানাইজেশন। সমস্ত কাজ সম্পাদিত হয় অয়-চালিত যন্ত্রের সাহায্যে। এই সমস্ত কাজ সম্পাদন করতে সময় লাগে মোটরগাড়ীর টায়ারের ক্ষেত্রে ৪৫ মিনিট এবং ট্রাকের টায়ারের ক্ষেত্রে দেড় ঘন্টা। হাঁচ থেকে টায়ার বের করবার পর তার গায়ে রাবারের ছোট ছোট খোঁচ দেখা যায়। এগুলিকে যন্ত্রের সাহায্যে হেটে কেলা হয়। টায়ার তৈরি এখন সম্পূর্ণ হয়েছে। টায়ারে কোনরকম দোষত্রুটি থেকে গেছে কিনা, তা পরীক্ষা করে দেখবার ক্ষেত্রে এর পর যান নিয়ন্ত্রণ (Quality Control) বিভাগে প্রত্যেকটি টায়ারকে পাঠানো হয়। সেখানে পরীক্ষার উপযুক্ত বলে প্রমাণিত হবার পরই টায়ারকে বাজারে ছাড়া হয়। এই হলো টায়ার তৈরির সম্পূর্ণ কাহিনী।

ভারতে টায়ার শিল্প

মাদ্রাজ রাবার ক্যান্ট্রিতে বিমানবানের টায়ার ছাড়া অল্প সব রকমের টায়ার তৈরি

হয়। এখানে বছরে ৪ লক্ষ ৫০ হাজার টায়ার (সব রকমের) তৈরি হয়ে থাকে। ভারতে বিমানবানের চাকার উপযোগী টায়ার তৈরি হয় একমাত্র ডানলপ রাবার ক্যান্ট্রিতে। ট্রাকের টায়ারের প্রত্যেকটির দাম হচ্ছে এক হাজার টাকা এবং মোটরগাড়ীর টায়ারের প্রত্যেকটির দাম ২০০ টাকা। ট্রাকের টায়ার সাধারণতঃ স্থায়ী হয় এক বছর এবং মোটরবানের টায়ার দু-তিন বছর।

আন্তর্জাতিক মানের দিক থেকে ভারতের তৈরী টায়ার বর্ষে নির্ভরযোগ্য বলে প্রমাণিত হয়েছে। এই কারণে বহির্ভারতের বহু দেশে ভারতে তৈরী টায়ার রপ্তানী হচ্ছে। খ্রীঃমানা আমাদের জানালেন, শুধু গত বছরেই একমাত্র মাদ্রাজ রাবার ক্যান্ট্রি থেকে টায়ার-টিউব মিলিয়ে প্রায় ৫৫ লক্ষ টাকার মত সামগ্রী বিদেশে রপ্তানী হয়েছে। তার শতকরা ৩৫ ভাগ গেছে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে, অবশিষ্ট মধ্য প্রাচ্য, পূর্ব আফ্রিকা এবং পূর্ব ইউরোপে। এছাড়া ক্যানাডা, সংযুক্ত আরব প্রজাতন্ত্র, ইরাক, কোরাইট, যুগোস্লাভিয়া, পূর্ব জার্মানী, ইরান, বার্মা, থাইল্যান্ড, সিংহল, ইথিওপিয়া, মরিশাস এবং সুদানেও সম্প্রতি এই কারখানা থেকে টায়ার রপ্তানী হয়েছে। গত কয়েক বছরে উৎপাদনের শতকরা ১০ ভাগ বিদেশে রপ্তানীর যোগ্যতা অর্জন করার ভারত সরকার এই প্রতিষ্ঠানকে মেরিট সার্টিফিকেট দিয়েছেন। ভারতীয় শিল্পোত্তোগের ক্ষেত্রে মাদ্রাজ রাবার ক্যান্ট্রি আজ এক বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা গ্রহণ করেছে, একথা আমরা নিঃসন্দেহে বলতে পারি।

প্রাণ-পরিপোষক মকরধ্বজ

শ্রীমাধবেন্দ্রনাথ পাল

প্রস্তাবনা

রাসায়নিক বিক্রিয়া বা রূপান্তর সাধন এবং উক্ত বিক্রিয়ার গতি ত্বরান্বিত করিবার জন্য বহুবিধ পদার্থ অতি সামান্য মাত্রায় ব্যবহার করা হয়। এই পদার্থগুলি নিজেরা রূপান্তরিত হয় না বরং উক্ত বিক্রিয়া সাধনের শেষে অপরিবর্তিত অবস্থায় থাকে। এই সকল পদার্থকে বলা হয় ক্যাটালিস্ট বা অম্লঘটক। অম্লঘটক জৈব বা অজৈব উভয় রকমের পদার্থ হইতে পারে। জীবন্ত বস্তুর মধ্যে এমন অনেক জৈব পদার্থ পাওয়া যায়, যাহারা জীবন্ত বস্তুর মধ্যে যে সকল রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে, তাহা সম্পাদন এবং ঐ সকল বিক্রিয়ার গতি দ্রুততর করিতে পারে। ইহাদিগকে বলে জৈব-অম্লঘটক বা এনজাইম।

আবার এমন অনেক পদার্থ পাওয়া যায়, যাহা অতি অল্প মাত্রায় প্রয়োগ করিলে অম্লঘটকের কার্যকারিতা বর্ধিত হয়। এই প্রকার পদার্থের নাম অম্লঘটক-পরিপোষক বা প্রোমোটার। প্রধানতঃ জৈব অম্লঘটক জীবন্ত বস্তুর মধ্যে বর্তমান থাকে বলিয়া উহারা স্বতঃই প্রাণচাক্ষুণ্যের সহায়ক। যে পদার্থ এই প্রকার জৈব অম্লঘটকের কার্যকারিতা বর্ধিত করিতে পারে, তাহাকে এনজাইম-প্রোমোটার বা প্রাণ-পরিপোষক পদার্থ বলা যায়। পরবর্তী অংশের আলোচনা হইতে লেখকের অম্লমান হয় যে, মকরধ্বজ এই প্রকার একটি প্রাণ-পরিপোষক পদার্থ।

মকরধ্বজের কার্য-উৎপন্নতা

মকরধ্বজ প্রধানতঃ দ্বিবিধ ধারায় ক্রিয়া ক্রিয়া থাকে। প্রথমতঃ, ইহা সুস্থ রোগীর

ক্ষেত্রে সঞ্জীবনী শক্তি দ্রুত পুনরুদ্ধার করিয়া থাকে। দ্বিতীয়তঃ, জীর্ণ আহাৰ্জ দ্রব্য স্ফূর্তভাবে পরিপাকের পর দেহের পুষ্টিসাধন করে। রসায়ন-রূপে সেবন করিলে মকরধ্বজ এই প্রকার দেহ-পোষণের কার্যে বিশেষভাবে সহায়তা করে। তৃতীয়তঃ, বিভিন্ন রোগের উপযুক্ত ভেদজ অম্ল-পান হিসাবে মকরধ্বজের সহিত মিশ্রিত করিয়া প্রয়োগ করিলে ঐ সকল রোগ নিরাময়ে মকর-ধ্বজ দ্রুত কলপ্রস্থ হইয়া থাকে। শেষোক্ত ক্ষেত্রে মকরধ্বজ উক্ত ভেদজনসূত্রের কার্যকারিতা বর্ধিত করে বলিয়া মনে হয়। এই প্রসঙ্গে লেখকের “মকরধ্বজের রহস্য” শীর্ষক প্রবন্ধ (জ্ঞান ও বিজ্ঞান, মার্চ 1968, 21শ বর্ষ 3য় সংখ্যা পৃ: 134-140) দ্রষ্টব্য।

অতি প্রাচীনকালে প্রধানতঃ উদ্ভিজ্জ পদার্থ ভেদজরূপে প্রয়োগ করা হইত। উহারা সাধারণতঃ কার্ণোবডি নামে পরিচিত। অনেক ক্ষেত্রে উহাদের কার্যকারিতা প্রবল হইলেও উহাদের ভেদজ-ক্ষমতা বেশী দিন থাকে না। কিন্তু খনিজ পদার্থ ভেদজরূপে প্রয়োগ করিলে উহাদের কার্য-কারিতা অপেক্ষাকৃত দীর্ঘস্থায়ী হয়। নানা পরীক্ষা-নিরীক্ষার পর আয়ুর্বেদীয় চিকিৎসকগণ লক্ষ্য করেন যে, পারদ বা রসের সংযোগে উৎপন্ন খনিজ ভেদজের কার্যকারিতা প্রবল ও দীর্ঘস্থায়ী হয়। এই প্রসঙ্গে পারদ ও গন্ধকের সংমিশ্রণে উৎপন্ন কজ্জলী, পর্ণটি ইত্যাদি ভেদজের কার্যকারিতা বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। এই শ্রেণীর “অন্তর্গত রস বা পারদঘটিত ভেদজ রসোবডি নামে পরিচিত। বহু চিকিৎসকের দীর্ঘ দিনের অভিজ্ঞতালব্ধ তথ্যের উপর নির্ভর করিয়া কার্ণোবডি (উদ্ভিজ্জ)

ও রসৌষধি (খনিজ) সংমিশ্রণ ঘটাইয়া দেখা গেল যে, উক্ত মিশ্রিত ভেষজের কার্যকারিতা প্রবলতর ও অপেক্ষাকৃত দীর্ঘস্থায়ী হয়।

অজুর্ন হাল হৃদরোগ উপশম করে। কিন্তু অত্র (খনিজ) ও অজুর্ন হালের কাথে (উদ্ভিজ্জ) ভাবনা দিয়া প্রস্তুত নাগাজুর্নাভ্র নামক ভেষজটি প্রধানতঃ হৃদরোগে বিশেষ ফলপ্রসূ। ধূতুরা, সিদ্ধি, বৃক্ষদারক ইত্যাদি উদ্ভিজ্জ এবং পারদ ও অত্র প্রভৃতি খনিজ পদার্থের সহযোগে প্রস্তুত লক্ষ্মীবিলাস ভেষজ সর্বপ্রকার জ্বর, বিশেষতঃ বাতশ্লেষ্মিক জ্বরে অত্যন্ত ফলপ্রসূ। বিস (অ্যাকোনাইট), মরিচ ইত্যাদি উদ্ভিজ্জ পদার্থের সহিত হিজুল (প্রভুতিজাত পারদ ও গন্ধক যৌগিক পদার্থ) মিশ্রিত করিয়া উৎপন্ন মৃত্যুঞ্জয় নামক ভেষজ সকল প্রকার জ্বর, বিশেষতঃ অজীর্ণজনিত জ্বরে দ্রুত স্তম্ভল প্রদান করে। জৈত্রী, লবঙ্গ, ক্ষীরকাকলী, অম্বগন্ধা ইত্যাদির সহিত লৌহ, অত্র, রৌপ্য ও রসসিন্দূর (পারদ ও গন্ধকঘটিত) সহযোগে উৎপন্ন রসরাজ রস বাতব্যধি, হৃদরোগ ইত্যাদির ক্ষেত্রে বিশেষ কার্যকরী। লক্ষ্মীর যে, লক্ষ্মীবিলাস, মৃত্যুঞ্জয়, রসরাজ রস প্রতিটি ভেষজের মধ্যে পারদ—হয় প্রাকৃতিক খনিজ, না হয় কৃত্রিম যৌগিক পদার্থরূপে বিস্তৃমান এবং সম্ভবতঃ পারদের সান্নিধ্যে ঐ সকল ভেষজের কার্যকারিতা বর্ধিত হইয়া থাকে।

আয়ুর্বেদীয় চিকিৎসকের নিকট নবায়স পাণ্ডু বা কামলা (জন্ডিস) রোগের একটি অমোঘ ভেষজ। ইহার উপাদান হইতেছে—লৌহ, ত্রিকটু (কুঠ, পিপুল ও মরিচ), ত্রিমদ (চিতা, মুখা ও বিড়ঙ্গ) এবং ত্রিকলা (হরীতকী, আমলকী ও বহেড়া)। শেষোক্ত নয়টি উপাদানের প্রতিটি এক এক ভাগ করিয়া নয় ভাগ এবং উহার সমভাগ লৌহ (অরস) ভস্মের মিশ্রণে উৎপন্ন বলিয়া ভেষজটি নবায়স নামে পরিচিত।

কাষ্ঠৌষধি ও খনিজৌষধি সংমিশ্রণে উৎপন্ন হওয়ার ইহার কার্যকারিতা প্রবল ও অপেক্ষাকৃত দীর্ঘস্থায়ী।

এই সকল আয়ুর্বেদীয় ধারণা ও জারণ-বিজারণ সংক্রান্ত ইলেকট্রনিক-তত্ত্বের কতকগুলি ধারণার বশবর্তী হইয়া লেখক জনৈক বিশিষ্ট কবিরাজকে প্রস্তাব দেন যে, নবায়সের সহিত মকরধ্বজ মিশ্রিত করিয়া প্রয়োগ-ব্যবস্থা দিলে সম্ভবতঃ নবায়সের কার্যকারিতা বর্ধিত হইতে পারে। কবিরাজ মহাশয় উক্ত প্রস্তাবানুসারে কয়েকটি ক্ষেত্রে মকরধ্বজসহ নবায়সের ব্যবস্থা দেন এবং লক্ষ্য করেন যে, রোগীর রক্তাশ্লতা যেরূপ সময়ে সচরাচর দূরীভূত হইয়া সাধারণ পুষ্টি ঘটয়া থাকে, তদপেক্ষা অল্প সময়ের মধ্যেই তাহা সম্ভব হইয়াছে। ইহাতে লেখকের অহুমান আরও দৃঢ় হইতেছে যে, মকরধ্বজ সহযোগে শুধুমাত্র আয়ুর্বেদোক্ত ভেষজই নয়, অপর যে কোন প্রকার কৃত্রিম ভেষজ (কেমোথেরাপিউটিক ঔষধ) ইত্যাদি প্রয়োগ করিলে উহাদের কার্যকারিতা বর্ধিত হওয়া সম্ভব এবং সে ক্ষেত্রে প্রচলিত মাত্রা অপেক্ষা অল্প মাত্রায় সেই সব ভেষজ সামান্য মকরধ্বজ সহযোগে প্রয়োগ করিয়া বাঞ্ছনীয় ফল পাওয়া যাইতে পারে। কিভাবে তাহা সম্ভব হইতে পারে, সেই বিষয়ে কিঞ্চিৎ আলোকপাতের চেষ্টা করিব।

জীবকোষের কার্য-পদ্ধতি

দেহের ভিতরে কোন ভেষজ সাধারণতঃ কিভাবে কাজ করিয়া থাকে, তাহা বুঝিতে হইলে মনে রাখিতে হইবে যে, কোটি কোটি জীবকোষের সমবায়ের মাধ্যমে দেহ গঠিত। উহাদের তৎপরতার ফলে প্রাণের স্পন্দন চলিতে থাকে। কোন কারণে সেই তৎপরতা ব্যাহত হইলে বা বাধা পাইলে প্রাণের স্পন্দন শিথিল ও স্তিমিত হইয়া আসে এবং অন্ত কোন উপায়ে উত্তেজিত করিতে পারিলে তাহা আবার স্বাভাবিক সচল

অবস্থায় কিরিয়া আসিতে পারে। ভেষজ মূলতঃ এইরূপ উদ্ভেজনার সহায়ক হইয়া থাকে।

জীবকোষ এতই সূক্ষ্ম যে, অতি শক্তিশালী অণুবীক্ষণ যন্ত্র ব্যতীত সেগুলিকে দেখা সম্ভব নয়। জীবকোষের চতুর্দিকে একটি সূক্ষ্ম ঝিল্লীর আবরণ (মেমব্রেন) থাকে। উহার ভিতর দিকে ক্যাট (স্নেহজাতীয় পদার্থ, যেমন—ঘৃত, মাখন ইত্যাদি), প্রোটিন (আমিষজাতীয় পদার্থ, যথা—অ্যালবুমেন, ছানা ইত্যাদি), কার্বোহাইড্রেট (শর্করাজাতীয় পদার্থ, যথা—চিনি, গ্লুকোজ ইত্যাদি) এবং নানাবিধ আয়ন (তড়িৎ-আহিত পরমাণু, অণু বা অণুগুচ্ছ) মিলিয়া জট পাকাইয়া থাকে। তাহা ছাড়া খাসগ্রহণের পথে আনীত অক্সিজেন, নাইট্রো-জেন ও প্রখাসে উদ্ভূত কার্বন ডাই-অক্সাইড ইত্যাদি নানা জাতীয় গ্যাসীয় পদার্থ ও জল থাকে। জীবকোষের ঝিল্লীর উপরিতলে সূনির্দিষ্ট সজ্জার ক্যাট ও প্রোটিনের অণু সরিষিষ্ট হইয়া থাকে এবং কোষের ভিতর নানাবিধ প্রোটিন অণুর সমাবেশে যেন এক-একটি বৈচিত্র্যমণ্ডিত বিশেষ চিত্রপট বা প্রোটিন-মোসেইকের সৃষ্টি হয়। ঝিল্লীর সহিত বহিরাগত কোন অণু, যথা ভেষজের অণুর সংঘর্ষ ঘটিলে প্রোটিন মোসেইকের পুনর্বিন্যাস ঘটিয়া থাকে। প্রকৃতপক্ষে স্রুজিঙ্গার জোর দিয়া বলিয়াছেন যে, কেলাসের মধ্যে যেমন একটি নির্দিষ্ট নক্সা বার বার ধরিয়া চলিতে থাকে, ঠিক তাহার বিপরীত অবস্থা জীবকোষের ভিতর বর্তমান। বিশালাকার যে সকল অণুর সাহায্যে জীবন্ত পদার্থ গঠিত, তাহাদের সমাবেশে বিভিন্ন ভঙ্গীতে রচিত চিত্রপটই (প্রোটিন-মোসেইক) মুখ্য বিষয় এবং বার বার কোন একটি ব্যাপারের পুনরাবৃত্তি এই ক্ষেত্রে আসল রহস্য নহে।

জীবকোষের ক্যাট, প্রোটিন, কার্বোহাইড্রেট ও আয়ন প্রভৃতি পদার্থ কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় অবস্থায় থাকিয়া এমন একটি পরিবেশ রচনা

করে, যাহাতে জীবকোষের তৎপরতা চলিতে পারে। তৎপরতা চলিবার জন্য শক্তির প্রয়োজন। জীর্ণ আহাৰ্য হইতে শক্তির সঞ্চার হয়। ক্যাট, প্রোটিন, কার্বোহাইড্রেট প্রভৃতি খাদ্যদ্রব্য হইতে আসিয়া থাকে। ইহারা সতত নানাবিধ রাসায়নিক বিক্রিয়া, বিশেষতঃ খাসের সহিত আনীত অক্সিজেনের সাহায্যে জারিত হইবার কালে ধাপে ধাপে ক্রমশঃ নানাভাবে বিয়োজিত হইয়া থাকে এবং অবশেষে তাহা হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস ও জল উৎপন্ন হয়। রাসায়নিক বিক্রিয়ার কালে ঐ সকল পদার্থ ক্রমশঃ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। ক্ষয় পূরণের জন্য আবার উহাদের আমদানী হওয়া প্রয়োজন। বস্তুতঃ জীবকোষের ঝিল্লী ও উহার ভিতর দিকে বর্তমান উপাদানসমূহের সতত পরিবর্তন ঘটে এবং উহাদের মধ্যে নিরন্তর বস্তু বিনিময় চলিয়া থাকে। জীর্ণ আহাৰ্য দ্রব্য হইতে উৎপন্ন প্রোটিন ও ক্যাট ঝিল্লীতে রূপান্তরিত হয় এবং অবশেষে উহারাই কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসরূপে মুক্ত হইয়া যায়।

জীবকোষের রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ যে কেবলমাত্র ভৌত রাসায়নিক সূত্র ধরিয়া ঘটয়া থাকে, তাহা ভাবা ঠিক হইবে না অথবা জীবকোষ শুধু যে আহাৰ্য দ্রব্যকে অক্সিজেনের সাহায্যে জারিত করিয়া শক্তি সঞ্চার করিবার একটি মাত্র কোশল, তাহাও ঠিক নহে। জীবকোষের নিয়ম-কাহন একটু স্বতন্ত্র ধরণের। কোষের অভ্যন্তরে এই সকল রূপান্তরের অধিকাংশই প্রধানতঃ জৈব অম্লঘটক (এনজাইম) ও উদ্ভেজক রসের (হরমোন) সাহায্যে নিয়ন্ত্রিত হইয়া থাকে। যে পদার্থটি কোন একটা এনজাইমের নিয়ন্ত্রণে রূপান্তরিত হয়, তাহাকে 'সাবস্ট্রেট' বলে। কোন একটি এনজাইম কোন্ কোন্ সাবস্ট্রেটের রূপান্তর সাধন করিবে, তাহার সংখ্যা অত্যন্ত সীমিত। পরিচিত এনজাইম এক

এক ধরণের এক-একটি প্রোটিনবিশেষ। সাধারণতঃ এক এক ধরণের কাজের জন্য এক এক ধরণের এনজাইমের প্রয়োজন। জারণ, আর্দ্রবিশ্লেষণ, ইত্যাদি কার্য সম্পাদনের জন্য পৃথক পৃথক এনজাইম কোষের মধ্যে বর্তমান। স্টার্চ, মল্ট সুগার, প্রোটিন ও চর্বি বা স্নেহজাতীয় পদার্থের আর্দ্রবিশ্লেষণ ঘটাইবার জন্য যথাক্রমে টায়ালিন, মল্টেজ, পেপসিন ও লাইপেজ নামক এনজাইমগুলি বিশেষ উল্লেখযোগ্য। কিন্তু এক-একটি এনজাইম আবার একাধিক ধরণের কাজ করিতে পারে; যথা—সাল্ফ-হাইড্রিল এনজাইম জারণ ও আর্দ্রবিশ্লেষণ—এই দুইটি কাজের সহিত সংশ্লিষ্ট।

জীবকোষের সত্তা ও স্থায়িত্ব অটুট রাখিবার জন্য ধ্বংস ও সৃষ্টি উভয়বিধ কার্যের মধ্যে সাম্য রাখিতে হয়। একদিকে যেমন জারক, আর্দ্র-বিশ্লেষক ইত্যাদি ধ্বংস-সহায়ক বিশ্লেষক এনজাইমগুলি ফ্যাট, প্রোটিন ও কার্বোহাইড্রেট প্রভৃতি পদার্থগুলির ধ্বংসসাধন করিয়া শক্তি সঞ্চার করে, অপর দিকে তেমনই অত্যন্ত স্বজনশীল সংশ্লেষক এনজাইমসমূহ জীর্ণ আহাৰ্য পদার্থ হইতে উৎপন্ন অপর সকল পদার্থ ও ধ্বংসাবশেষ হইতে কোষের চাহিদামত নূতন নূতন পদার্থ সৃষ্টি করিয়া থাকে। সেই জন্য জীবকোষের সত্তা ও স্থায়িত্ব একটি গতিশীল সাম্যাবস্থাগত ব্যাপার মাত্র। কিন্তু অজৈব পদার্থের সত্তা ও স্থায়িত্ব একই ধরণের অপরিবর্তিত অগুর অস্তিত্বের উপর নির্ভরশীল। অপর পক্ষে জীবকোষের সত্তা ও স্থায়িত্ব উহার ও উহার ভিতরে বর্তমান অণু-সমূহের অবিরাম রূপান্তর সাধনের জন্যই সম্ভব হইয়া থাকে। এইরূপ রূপান্তর সাধনের ক্ষেত্রে এনজাইমের ভূমিকা কতখানি, তাহা পৃষ্ঠই বুঝাইতেছে।

এনজাইম ও মকরধ্বজের যৌথ ভূমিকা

জীবকোষে ভেবজ কিভাবে কাজ করিয়া থাকে, সে সম্বন্ধে বিভিন্ন মতবাদ প্রচলিত। তাহার মধ্যে একটি সাধারণ মতবাদ এই যে, ভেবজ কোন রূপ তন্তুর স্বাভাবিক গঠন ফিরাইয়া আনে না। যখন প্রকৃতির নিজস্ব কোশলে উক্ত তন্তুর সংস্থারের কাজ চলিতে থাকে, তখন সেই কাজে উদ্দীপনা বা উত্তেজনা দেওয়া অথবা সেই কাজে কোনরূপ অতি-উত্তেজনা ঘটলে তাহা প্রশমিত করাই ভেবজের অন্ততম কাজ। জীবকোষের রূপান্তর সাধনে এনজাইমের ভূমিকার কথা পূর্বে উল্লেখ করা হইয়াছে

অনেক ক্ষেত্রে লক্ষ্য করা গিয়াছে যে, ভেবজের মাত্রা অতি অল্প হইলে উহার কার্যকারিতা অধিক হইয়া থাকে। এনজাইমের অণুর সহিত ভেবজের অণুর একপ্রকার শিথিল সংযোজন ঘটবার ফলে ভেবজের কাজ চলিতে থাকে। আরও জানা গিয়াছে যে, ফ্যাট, প্রোটিন ও কার্বোহাইড্রেট পদার্থের রূপান্তর সাধনে সাল্ফ-হাইড্রিল এনজাইম জারকও আর্দ্রবিশ্লেষকের ভূমিকা গ্রহণ করে। মারকিউরিক (পারদঘটিত) আয়ন সাল্ফ-হাইড্রিল এনজাইমের সহিত সংযোজনের ক্ষমতা রাখে। প্রকৃত পক্ষে 10^{-5} (M) মারকিউরিক ক্লোরাইড দ্রবণ (অর্থাৎ এক লিটার পরিমাণ তরল পদার্থে দ্রবীভূত মারকিউরিক ক্লোরাইডের ১৭১ গ্রামের এক লক্ষ ভাগের এক ভাগ মাত্রায়) প্রয়োগ করিলে উক্ত এনজাইমের কার্যকারিতা শতকরা প্রায় নব্বই ভাগ ব্যবহার হয়।

মকরধ্বজের অণুতে পারদঘটিত মারকিউরিক আয়ন বিद्यমান। কোন ভেবজের সহিত মকরধ্বজ অতি অল্প মাত্রায় মিশাইয়া প্রয়োগ করিলে জীবকোষের মধ্যে বর্তমান এনজাইমের কার্যকারিতা বর্ধিত হওয়া অসম্ভব নয়। এই জন্য

মকরধ্বজকে এনজাইম-প্রোমোটর বা প্রাণ-পরিপোষক বলা যায়।

‘মকরধ্বজের রহস্য’ শীর্ষক প্রবন্ধটি (মিকানিজম অব অ্যাকশন অব মকরধ্বজ, Nagarjum, February, 1958, Vol. XI, pp. 309-316 দ্রষ্টব্য) পাঠ করিয়া পশ্চিমবঙ্গ সরকারের তদানীন্তন আয়ুর্বেদ উপদেষ্টা কবিরাজ মণীন্দ্রলাল দাশগুপ্ত, এম. বি. মহাশয় মন্তব্য করেন : “বহু লোকের কথা আমি জানি, বাহারা অভ্যাস-বশে নিত্য মকরধ্বজ সেবন করে; কিন্তু সে জন্ত তাহাদের মধ্যে পারদঘটিত ঔষধের প্রতিকূল প্রতিক্রিয়াজনিত দোষ টারানিজম, জিনজি-ভাইটিস বা নেক্রাইটিস দেখা যায় না। এই বিষয়ের কারণ অহুসঙ্কানের জন্ত আমি লেখককে অহুরোধ করিতেছি।” মকরধ্বজ এনজাইম-প্রোমোটর (প্রাণ-পরিপোষক) হিসাবে কাজ করে, এইরূপ অহুমান করিলে উক্ত প্রশ্নের সমাধানের পথ খুঁজিয়া পাওয়া সম্ভব বলিয়া লেখকের ধারণা।

কখনও মধু ছাড়া মকরধ্বজ প্রয়োগের ব্যবস্থা দেওয়া হয় না কেন, লেখকের ‘মধুর কথা’ শীর্ষক প্রবন্ধে (জ্ঞান ও বিজ্ঞান, মার্চ 1970, 23শ বর্ষ, 3য় সংখ্যা, পৃ: 174—178 দ্রষ্টব্য) তাহার কারণ বিশ্লেষণ করা হইয়াছে। মধুর মাধ্যমে কোন ভেষজ ও অতি অল্প মাত্রায় মকরধ্বজ মিশ্রিত করিয়া প্রয়োগ করিলে উহার

কার্যকারিতা বা ভেষজ-কমতা আরও বিশেষভাবে বর্ধিত হইবে, ইহাই বর্তমান লেখকের বহুমূল্য ধারণা। তবে এই সকল অহুমান বা ধারণা সত্য কিনা, তাহা বাচাই করিবার জন্ত ব্যাপক পরীক্ষা হওয়া উচিত।

ব্রিটিশ ইনকরমেশন সার্টিফেসের প্রচারিত এক সংবাদে প্রকাশ—সাম্প্রতিক গবেষণায় আভাস পাওয়া যাইতেছে যে, এনজাইমের সাহায্যে একাধিক রোগের চিকিৎসা করা সম্ভব হইবে। বিষার নামক এক প্রকার মত্তের স্বাস্থ্য বিধানে এনজাইমের ব্যবহার হইতেছে। এনজাইমের ভাবী ব্যবহারের সম্ভাবনার কথা বিশেষভাবে বিবেচনা করিয়া ইংল্যান্ডের অতি বিদ্বৎ এনজাইম প্রস্তুতকারক হোয়াইটম্যান বারোক্যামিক্যালস লি: প্যাঁচ লক্ষ পাউণ্ড মূল্যের অতি আধুনিক একটি এনজাইম উৎপাদনের কারখানা খুলিয়াছে। আরও প্রকাশ, ব্রিটিশ বিশ্ববিদ্যালয়সমূহের লেবরেটরীগুলির সহিত তাহারা সহযোগিতা করিয়া চলিবে, বাহাতে গবেষণার ফল বাণিজ্যিক স্তরে প্রয়োগ করা সম্ভব হয়।

আশা করা যায়, এনজাইমের পরিপোষক-রূপে মকরধ্বজ কাজ করিয়া থাকে—এই ধারণার সত্যতা সম্পর্কে পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালাইলে ভেষজ, তথা জীব-বিজ্ঞানের একটি নূতন দিগ উদঘাটন হইবার সম্ভাবনা দেখা দিবে।

রিফামাইসিন

সুশ্ৰেতা বিশ্বাস*

রিফামাইসিন এক ধরনের প্রতিজীবক (Anti-biotic)। 1940 সালে প্রথম পেনিসিলিন আবিষ্কারের পর থেকে এপর্যন্ত আরো অনেক প্রতিজীবক আবিষ্কৃত হয়েছে। হয়তো মনে হতে পারে রিফামাইসিন অত্যন্ত অনেক প্রতিজীবকের মতই কোন বিশেষত্ব এর নেই। কিন্তু সেটা ঠিক নয়। সেই জন্তেই এই বিষয়ে আলোচনার প্রয়োজনীয়তা অস্বত্ব করছি।

পেনিসিলিন আবিষ্কারের পর পৃথিবীর বিভিন্ন দেশের গবেষণার কারখানা এবং বিভিন্ন গবেষণাগারে আরও জোরালো নতুন প্রতিজীবক আবিষ্কারের চেষ্টা চলেছে। রিফামাইসিনের আবিষ্কার হয় ইটালীর (মিলান) . লেপেটিট গবেষণাগারে। ক্রাজের সেক্ট রাফেলের কাছে ঘন পাইন বনের একটুখানি মাটি ছিল এর উৎস। এই মাটিতে ছিল সহস্র সহস্র ক্ষুদ্র জীবাণু। কিন্তু সকলকে নিয়ে গবেষণা চালানো সহজসাধ্য নয়। সেখান থেকে স্ট্রেপ্টোমাইসিটসকে পৃথক করা সম্ভব হয়েছিল। এই স্ট্রেপ্টোমাইসিটস এক ধরনের ক্ষুদ্র এবং সক্রিয় জীবাণু, যা থেকে প্রতিজীবক তৈরি করা সম্ভব হয়েছে। ওই মাটি থেকে স্ট্রেপ্টোমাইসিস মেডিটারেনিকে পৃথক করে দেখা গেছে যে, ওই ক্ষুদ্র জীবাণুর স্বাভাবিক বৃদ্ধির সময় পঁচটি পরস্পর অতি নিকট সম্পর্কযুক্ত প্রতিজীবক তৈরি হয়। এই পাঁচটিকে একই সঙ্গে বলা হয় রিফামাইসিন যৌগিক

বস্তু। এই রিফামাইসিন থেকে রিফামাইসিন B-কে পৃথক ও বিভক্ত করা সম্ভব হয়েছে। পরীক্ষা করে দেখা গেছে যে, রিফামাইসিন-B জীবাণুর প্রতিপক্ষ হিসাবে খুব কার্যকরী নয় বরং ওই পদার্থটি খুব ধীরে ধীরে ভেঙে জলের সঙ্গে মিশে একটি ক্রিয়াশীল পদার্থ তৈরি করে, যার নাম রিফামাইসিন SV। এই রিফামাইসিন SV থেকে আবার আর একটি পদার্থ উৎপন্ন হয়, যার নাম দেওয়া হয়েছে সংক্ষেপে রিফামপিসিন (Rifampicin); অর্থাৎ সেটি হলো 3-(4-মিথাইল পাইপার অ্যাজিনিম ইমিনো মিথাইল রিফামাইসিন SV. [3 (4-methyl piper azinyl imino methyl rifamycin SV]

সম্প্রতি রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটিয়ে এই রিফামপিসিন সংশ্লেষণ সম্ভব হয়েছে এবং এই পদ্ধতিই রিফামপিসিন তৈরি করবার উপায়।

রিফামপিসিন নিয়ে গবেষণার প্রথম পর্যায়ে এটি প্রয়োগ করে যে ফল পাওয়া গেছে, তা খুবই আশাপ্রদ। এই প্রতিজীবকটির প্রভাবে যক্ষ্মারোগের জীবাণু মাইকোব্যাক্টেরিয়াম টিউবারকিউলোসিসমস বংশবৃদ্ধি করতে পারছে না। কিন্তু গবেষণার এই পর্যায়টি এরপর সীমিত হয়ে যার প্রধানতঃ একটি কারণে—সেটি

* বনু বিজ্ঞান মন্দির, 93/1, আচার্য প্রফুল্লচন্দ্র রোড, কলিকাতা-9

হলো রিকামপিসিন একমাত্র ইঞ্জেকসনের মাধ্যমে প্রয়োগ করতে হয়। এর ফলে এই ওষুধটি শরীরে খুব ছড়িয়ে পড়ে না এবং খানিকটা সীমাবদ্ধ অবস্থায় থাকে। এই সব অপূর্ণতার জন্তে নানারকম পরীক্ষা-নিরীক্ষা চলে। অবশেষে অধ্যাপক পি. সেনসি লেপেটিট গবেষণাগার থেকে পরীক্ষা করে এই সিদ্ধান্তে উপনীত হন যে, এই ওষুধটি মুখ দিয়ে গ্রহণ করলে ভাল করে সমস্ত শরীরে ছড়িয়ে পড়া সম্ভব।

এখন কথা হলো—এই ওষুধটি কিভাবে কাজ করে, কেনই বা এর কাজের ভূমিকা অত্যন্ত প্রতিজীবক থেকে স্বতন্ত্র ও গুরুত্বপূর্ণ? আমরা জানি অতিকার ডি এন এ অণুর ছাঁচে আর এন এ অণুর জন্ম হয় এবং এই আর এন এ সৃষ্টি করে নানারকম এনজাইম-প্রোটিন। এখন ডি এন এ-র বার্তা বংশপরম্পরায় চলে আসে আর এন এ-তে এবং এটি সম্ভব হয় বিশেষ এক ধরনের এনজাইমের উপস্থিতির ফলে। এই বিশেষ এনজাইমকে বলা হয় আর এন এ পলি-মারেজ (RNA Polymerase)। এই এনজাইমটি তাইরাস থেকে স্রু করে মানুষ অক্সি সকলের কোষে বর্তমান। বংশবৃদ্ধির জন্তে এই এনজাইমের ভূমিকা অনেকখানি। মানুষ বা অন্য কোন জীব-দেহ যদি কোন রোগ বহনকারী তাইরাসের দ্বারা আক্রান্ত হয়, তবে সেই দেহে ক্রমশঃ তাইরাসের বংশবৃদ্ধি হতে থাকে। বংশবৃদ্ধির জন্তে প্রজননের বার্তা ডি এন এ থেকে আর এন এ এবং আর এন এ থেকে প্রোটিনকে নিতে হয়। প্রথম পদ-ক্ষেপটির জন্তেই প্রয়োজন আর এন এ পলিমারেজ এনজাইমের উপস্থিতি। আর এন এ পলি-

মারেজ জীবদেহে যেমন বর্তমান, তেমনি যে তাই-রাসের দ্বারা জীবদেহ আক্রান্ত হয়েছে, তাতেও বর্তমান। রিকামপিসিনের বিশেষত্ব এখানেই যে, এই ওষুধটি জীবদেহের আর এন এ পলিমারেজের উপর কোন কাজ করে না, কিন্তু খুব অল্প পরি-মাণেই তাইরাসের আর এন এ পলিমারেজকে সম্পূর্ণ বিপর্যস্ত করে।

গত কয়েক বছর আণবিক জীব-বিজ্ঞানে ডি এন এ-র উপর নির্ভরশীল এনজাইম আর এন এ পলিমারেজের গুণাগুণ বিচার করবার একটি রীতি চলে আসছে। রিকামপিসিন এই এন-জাইমের কার্যপ্রণালী বিজ্ঞানীদের কাছে আরও সহজ ও বোধগম্য করে তুলেছে। দেখা গেছে, আর এন এ পলিমারেজ দিয়ে ডি এন এ থেকে আর এন এ-র সংশ্লেষণ আরম্ভ হবার ঠিক প্রথম পর্যায়কে রিকামপিসিন প্রভাবিত করে; অর্থাৎ রিকামপিসিন দেবার সময় যে আর এন এ-র সংশ্লেষণ ইতিপূর্বেই শুরু হয়ে গেছে, তার উপর ওই ওষুধের কোন কল হয় না। কিন্তু এর পর আর নতুন আর এন এ সংশ্লেষিত হতে পারে না।

আগেই বলা হয়েছে রিকামপিসিন বন্সারোগের প্রতিষেধক। এই রোগটি এখনও চিকিৎসা-বিজ্ঞানী-দের কাছে একটি সমস্যাশ্রুপ। কারণ এই রোগের চিকিৎসার জন্তে অনেকটা সময়ের প্রয়োজন। এই দীর্ঘমেয়াদী চিকিৎসার ফলে অনেক সময় একাধিক প্রতিজীবক ব্যবহার করা হয়। তার ফলে আর এক প্রতিকূল অবস্থার সৃষ্টি হয়। কেন হয় তাই বলি। কোন জীবাণুর বিরুদ্ধে যদি একই সময়ে দুটি প্রতিজীবক ব্যবহার করা হয় এবং দেখা যায় যে, সেই জীবাণুর একটি বিশেষ অবস্থা

যে কোন একটি প্রতিজীবকে সহ্য করতে সক্ষম, তাহলে অপরটিও নিজে থেকে সেই জীবাণু বৃদ্ধির প্রতিবন্ধক হয় না। এই অবস্থাকে বলা হয় পরস্পর বিরোধিতা (Cross resistance)। স্পষ্টই বোঝা যাচ্ছে, এই অবস্থা কোন প্রতি-জীবকের পক্ষেই অস্বকূল নয়। কিন্তু রিকামপিসিনের অদ্বিতীয় গুণ হলো, এটি কখনও জীবাণুর পরস্পর বিরোধিতার সহায়ক হয় না।

এরপর অত্যন্ত যুক্তিসঙ্গতভাবে এই ওষুধের ব্যবহার হয় কুষ্ঠব্যাধিতে। যক্ষ্মা এবং কুষ্ঠ দুটি রোগের কারণ অনেকটা একই ধরনের জীবাণু। এর নাম মাইকোব্যাক্টেরিয়াম লেপার। লণ্ডনের জাশজালা ইনস্টিটিউট অফ মেডিক্যাল রিসার্চে কুষ্ঠরোগের উপর এই ওষুধটি নিয়ে প্রাথমিক নানারকম গবেষণায় যে ফল পাওয়া গেছে, তা খুবই আশাশ্রিত। কুষ্ঠরোগে ব্যবহৃত অল্প প্রতিজীবকের সঙ্গে রিকামপিসিনের একটি বড় রকম অমিল দেখা যায়। অল্পপ্রতিজীবকের উপস্থিতিতে কুষ্ঠরোগের জীবাণুর বৃদ্ধি বন্ধ হয়, কিন্তু রিকামপিসিনের উপস্থিতিতে ওই জীবাণুগুলি মরে যায়।

এরপর তাইরাসের উপর রিকামপিসিনের প্রভাব নিয়ে কিছু আলোচনা করবো। ১৯৬৯ সালে দুটি গবেষক দল জের্সালেমের ই. হেলারের নেতৃত্বে এবং গ্রাসগোর সুবাক সার্পের পরিচালনায় একই সঙ্গে তাঁদের গবেষণালব্ধ ফলের বিবরণ দিয়ে-ছেন। এই রিকামপিসিন সাধারণতঃ জীবদেহের বিশেষ এক ধরনের তাইরাসের বৃদ্ধিকে প্রতিহত করে। ব্যাপারটি যে কোন প্রতিজীবকের ক্ষেত্রেই খুব আশ্চর্যের। প্রথম দিকে এই কথাই চিন্তা

করা যুক্তিযুক্ত ছিল যে, জীবাণুর প্রতিবেধক হিসাবে রিকামপিসিন যে ভাবে কাজ করে, তাইরাসেও তেমনি কাজ করবে। এখন প্রশ্ন হলো, তাইরাসের জীবন-পরিচক্রায় রিকামপিসিন কখনো প্রয়োগ করে কোন্‌খানে? বেথেসডার জাশজালা ইনস্টিটিউট অফ হেলথ থেকে দেখানো হয়েছে যে, তাইরাসের পূর্ণতাপ্রাপ্তির শেষ ষাপকে রিকামপিসিন প্রভাবিত করে।

ক্যালার রোগ রিকামপিসিনের গুরুত্ব আরো বাড়িয়েছে। ১৯৬৭ সালেই জুরিখের ডিগেলম্যান এবং ওয়াইসম্যান দেখিয়েছেন যে, ক্যালার রোগের তাইরাসের বৃদ্ধি রিকামপিসিন দিয়ে কমানো সম্ভব হয় নি। কিন্তু সে ক্ষেত্রে স্বাভাবিক কোষকে ক্যালার রোগাক্রান্ত কোষে পরিণত হবার পথে রিকামপিসিন বাধার সৃষ্টি করে। অনেক তাইরাস আছে, যা স্বাভাবিক কোষকে ক্যালার রোগাক্রান্ত স্থিতিতে পরিণত করে। এই ধরনের অনেক তাইরাসের মধ্যে বংশগত বার্তা ডি এন এ থেকে আর এন এ হয়ে প্রোটিনে আসে না। তার কারণ ওই সব তাইরাসে ডি এন এ অস্থ-পস্থিত থাকে। ওই সব ক্ষেত্রে প্রজননের বার্তা কিভাবে যায়, সেটা বহু দিন বৈজ্ঞানিকদের কাছে একটি বড় প্রশ্ন ছিল। উইসকন্সিন বিশ্ববিদ্যালয়ের হাওয়ার্ড টেমিন প্রথম সিদ্ধান্তে আসেন যে, ওই সব আর এন এ তাইরাসের বৃদ্ধিতে ডি এন এ মধ্যবর্তী বস্তু হিসাবে উপস্থিত হতে পারে, যা তখন খুবই অসম্ভব মনে হয়েছিল। পরে অবশ্য অনেক পরীক্ষা-নিরীক্ষার পর ওই সিদ্ধান্তের সত্যতা প্রমাণিত হয়েছে। এই গবেষণা ক্যালার রোগাক্রান্ত কোষে খুবই প্রাধান্য পেয়েছে। যে

এনজাইম আর এন এ থেকে ডি এন এ সংশ্লেষণ করে, তাকে বলা হয় ডি এন এ পলিমারেজ। এই ডি এন এ পলিমারেজকে দমন করে ক্যান্সার-রোগীকান্ত কোষকে স্বাভাবিক কোষে পরিণত করা সম্ভব কি না—সেটাই এখন গবেষণার প্রধান বিষয় বস্তু।

এখন পর্যন্ত ক্যান্সার রোগীকান্ত কোষের সঙ্গে একটি স্বাভাবিক কোষের যে পার্থক্য দেখা গেছে, তা উভয়ের প্রকৃতির উপর নির্ভরশীল। এই বিষয়ে এখনও খুব বেশী জানা সম্ভব হয় নি। কিন্তু রিকামপিসিনের আবিষ্কারের পর থেকে এই বিষয়ে একটি নতুন দিকের সূচনা হয়েছে, যেখানে আঘাত করলে হয়তো এই সাংঘাতিক রোগ সম্বন্ধে আরও বেশী জানা সম্ভব হবে। এখন পর্যন্ত বৈজ্ঞানিকদের এই রোগ সম্বন্ধে ধারণা খুবই সীমিত। অনেক গবেষণাগারে এই নিয়ে গবেষণা চলছে সন্দেহ নেই। এখন অনেক বিজ্ঞানী দেখতে চেষ্টা করছেন, রিকামপিসিন সদৃশ অল্প পদার্থে প্রতিলব্ধিকের গুণ কাজ করে কি না এবং তা দিয়ে ডি এন এ পলিমারেজকে দমানো কতখানি সম্ভব। রিকামপিসিনসদৃশ দুটি পদার্থ আবিষ্কার করেছেন ল্যানসিনি ও

বারী। তাঁদের প্রাথমিক পরীক্ষার ফল খুবই আশাশ্রয়ী হয়েছে।

সাধারণতঃ রিকামপিসিন এনজাইম প্রোটিনের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটায়, যার ফলে সেই প্রোটিনের সক্রিয় অবস্থা বা সক্রিয় দিকটির পরিবর্তন ঘটে। এখন কথা হলো, ডি এন এ-র উপর নির্ভরশীল এনজাইম আর এন এ-পলিমারেজকে যে প্রতিলব্ধিক দমন করবে এবং আর এন এ-র উপর নির্ভরশীল এনজাইম ডি এন এ-পলিমারেজকে যে দমন করবে, এই দুটি প্রতিলব্ধিকের মধ্যে নিশ্চয়ই কিছু পার্থক্য থাকতে হবে। সে জন্তে এখন প্রধান কাজ হলো, প্রচুর রিকামপিসিনসদৃশ পদার্থ সংশ্লেষণ করা ও তাদের প্রতিলব্ধিক গুণ নিয়ে পরীক্ষা করা। সমগ্র জগতে চিকিৎসা-বিজ্ঞানে যে অতুতপূর্ণ আলোড়ন এসেছে, তাতে কারো বিন্দুমাত্র সন্দেহ নেই। তবু ক্যান্সার রোগ নিয়ে বিজ্ঞানীরা এখনও প্রায় প্রথম ধাপেই দাঁড়িয়ে আছেন। তাই মনে হয়, রিকামপিসিনসদৃশ পদার্থের সংশ্লেষণের মধ্যেই পাওয়া যেতে পারে সেই মহারোগের ভাবী মহাশত্রুকে। হয়তো রিকামপিসিন দিয়েই সে পথের সূত্র, কিন্তু তার শেষ কোথায় আজও জানা নেই।

জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং

রাধাকান্ত মণ্ডল*

ইতিপূর্বে 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' ধোরানা কর্তৃক রুত্রিম জিন সংশ্লেষণ ও জেনেটিক কোডের পাঠোদ্ধার নিয়ে বিস্তারিত আলোচনা হয়েছে (জ্ঞান ও বিজ্ঞান—ডিসেম্বর, 1968, জাহ্নয়ারী 1969) ও শারদীয়া 1970 দ্রষ্টব্য)। পরীক্ষাগারে জিন সংশ্লেষণ সম্ভব হবার ফলে যে বিষয়ে জীব-বিজ্ঞানী তথা চিকিৎসা-বিজ্ঞানীদের সবচেয়ে বেশী আশা ও ঔৎসুক্য দেখা গেছে, তা হলো ভবিষ্যতে জিনের প্রয়োগ বা জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং-এর ব্যাপক সম্ভাবনা। জিনের গঠন-প্রকৃতি, তাদের উপাদান, জিনের বার্তা-সংকেতের রহস্য, জিনের রদবদল ঘটানো সবই এখন মানুষের আয়ত্তের মধ্যে। এই জ্ঞানকে কাজে লাগিয়ে ভবিষ্যতে সুস্থ জিন দিয়ে কতকগুলি বংশগত বা জন্মগত রোগের নিরাময় সম্ভব হতে পারে। চিকিৎসকমহলে এটাকেই বলা হচ্ছে জিন থেরাপি বা জেনেটিক সার্জারি। এই জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং ও জিন থেরাপি ব্যাপারটা কি, এখনই মানুষ একে কাজে লাগাবার কতটা কাছাকাছি আসতে পেরেছে—সে সম্বন্ধে এই প্রবন্ধে সংক্ষেপে আলোচনা করা হচ্ছে।

ইতিমধ্যেই জানা গেছে যে, জীবকোষের কেন্দ্রে অবস্থিত বংশগতির ধারক ও বাহক মূলবস্তু হলো জিন (Gene)। বিভিন্ন জিন-গোষ্ঠীই নিয়ন্ত্রণ করে কোন জীবের রং, রূপ প্রভৃতি বাইরের বৈশিষ্ট্য ও দেহের ভিতরে বিপাক, বৃদ্ধি প্রভৃতি ক্রিয়া। মানুষের মত একটি বহুকোষী জীবের জন্মের সূরুতে ডিম্বাণু ও শুক্রাণুর মিলন প্রকৃতপক্ষে মাতৃজিন ও পিতৃজিনের মিলন, যার ফলে মাতাপিতার গুণাগুণ সম্মানে

বর্তায়। সনাতন প্রজননবিজ্ঞার বিমূর্ত জিনকে এখন আমরা আধুনিক জীব-বিজ্ঞানের আলোকে ধরতে পেরেছি, জেনেছি তার গঠন-রহস্য। রাসায়নিক দৃষ্টিতে জিন হচ্ছে DNA নামক অতিকার অণু, যা অ্যাডেনিন (A), গুয়ানিন (G), থাইমিন (T) এবং সাইটোসিন (C)—এই চার রকমের ক্ষারকযুক্ত ছোট ছোট নিউক্লিওটাইড এককের সমন্বয়ে তৈরী। কোন জিন বা DNA-র অংশবিশেষে নিউক্লিওটাইডগুলির সজ্জাক্রমের মধ্যেই লুকিয়ে আছে প্রোটিনে অ্যামিনো অ্যাসিডগুলির সজ্জাক্রমের সঙ্কেত। এটাই হলো জেনেটিক কোড।

জীবদেহে প্রোটিনের কাজের গুরুত্ব নিউক্লিক অ্যাসিডের পরেই। পেশীর তন্তু, মজ্জা, কোষ-প্রাচীর, নখ, চুল ইত্যাদির প্রধান গঠনমূলক উপাদান প্রোটিন। রক্তরসে অবস্থিত পুষ্টির যোগানদার বিভিন্ন প্রোটিন, রোগ প্রতিরোধের ক্ষমতায়ুক্ত গ্লোবিউলিন, অক্সিজেন বহনের হিমোগ্লোবিন ইত্যাদি প্রোটিনজাতীয়। আর জীবকোষের পক্ষে অপরিহার্য যাবতীয় রাসায়নিক ক্রিয়ার সাহায্য করে যে জৈব অণুঘটক বা এনজাইম, সেগুলিও প্রোটিন। ইনসুলিন, অক্সিটোসিন, তাসোপ্রেসিন প্রভৃতি বহু হরমোনও প্রোটিনজাতীয়। বার্তাবহ RNA-র মাধ্যমে DNA-ই ঠিক করে দেয় দেহের কোথায় কখন কোন্ এনজাইম কি পরিমাণে তৈরি হবে। কাজেই জিনের মধ্যে কোন জটিল থাকলে (অর্থাৎ DNA অণুর কোথায় ও উট্টাপাট্টা নিউক্লিওটাইড থাকলে অথবা এক বা একাধিক

নিউক্লিওটাইড কোন কারণে অন্তর্হিত হলে) তার সন্ধেতে হয় ক্রটিপূর্ণ এন্জাইম বা প্রোটিন তৈরি হবে (দু-একটি জারণীয় ভুল অ্যামিনো অ্যাসিড থাকবার জন্তে) বা আদৌ তৈরি হবে না। জিনের এই রকম ক্রটির জন্তে অনেক বংশ-গত ও জন্মগত ব্যাধি দেখা যায়। যেমন, গ্যালাক্টোসিমিয়া রোগে একটি এন্জাইমের অভাবে গ্যালাক্টোজ শর্করার (এই শর্করা দুধের ল্যাক্টোজে বর্তমান) বিপাক হয় না, ফলে রক্তে ঐ শর্করা সঞ্চিত হয়। আবার সিক্ল সেল অ্যানিমিয়া রোগে অস্বাভাবিক ক্রটিপূর্ণ হিমোগ্লোবিন তৈরি হয়, যার ফলে রক্ত তার স্বাভাবিক অক্সিজেন পরিবহনের কাজ করতে পারে না, আর লাল রক্তকণিকা গোলাকার না হয়ে কাস্টের মত দেখায়। যদি কোন কৃত্রিম উপায়ে স্বাভাবিক প্রোটিন তৈরির উপযোগী সূক্ষ্ম জিন দেহে প্রবেশ করিয়ে দেওয়া যায়, তাহলে ঐ ক্রটি সংশোধন হতে পারে। কৃত্রিম জিন প্রস্তুতি, জিনের বার্তার ইচ্ছামত পরিবর্তন, জীবদেহের জিন সংযোজন, কোন জিনের ক্রিয়া ইচ্ছামত বান্ধ বা স্থল রাখা ইত্যাদিই হচ্ছে জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং-এর কাজ।

বর্তমানে আমরা এমন একটা যুগে পৌঁছেছি, যখন মানুষের (অন্তান্ত প্রাণী ও উদ্ভিদের ক্ষেত্রেও) জিনের গঠনের ইচ্ছামত পরিবর্তন সাধন আর অসম্ভব কল্পনাবিলাস নয়। ধোরানা পরীক্ষা-নলে ছোট জিন সংশ্লেষণ করতে সক্ষম হয়েছেন। ভবিষ্যতে এভাবে আরও অনেক জটিল জিনের সংশ্লেষণও সম্ভব হবে। হার্ভার্ড বিশ্ববিদ্যালয়ের বেকউইথ একটি প্রাকৃতিক জিন ই. কোলাই জীবাণু থেকে বের করতে সক্ষম হয়েছেন। ভবিষ্যতে যে ভাবেই হোক, আমরা অনেক সূক্ষ্ম স্বাভাবিক জিন প্রকৃতি থেকে বা কৃত্রিম উপায়ে তৈরি করতে সক্ষম হবো। নিরেনবার্গের মতে, পঁচিশ বছরের মধ্যেই

জিনের প্রয়োগ মানুষের আয়ত্তের মধ্যে এসে যাবে। এখন কথা হচ্ছে, কিভাবে জীবদেহে এই জিনের প্রয়োগ হবে? এই জিনকে তো সাধারণ ওষুধের মত জীবদেহে ইন্জেকশন দিলে হবে না। অতিরিক্ত প্রযুক্তি জিন জীবকোষের কেন্দ্রে অবস্থিত আদি জিনের সঙ্গে স্থায়ীভাবে সংযোজিত হওয়া দরকার। -

কয়েকটি সম্ভাব্য উপায়ের সন্ধান পাওয়া গেছে। কতকগুলি ভাইরাসকে এই কাজে ব্যবহার করা যেতে পারে। ভাইরাস হচ্ছে জড় ও জীবের সীমারেখার অতি আণুবীক্ষণিক বস্তু। এতে আছে মাঝখানে একটি নিউক্লিক অ্যাসিড দণ্ড (DNA বা RNA), আর তার চারদিকে প্রোটিনের আবরণ। এরা পরাশ্রয়ী। অল্প কোন জীবকোষের মধ্যেই এদের বংশবৃদ্ধি সম্ভব। কোন ভাইরাস জীবকোষকে আক্রমণ করবার সময় প্রোটিনের খোলস বাইরে পড়ে থাকে, শুধু ভিতরের নিউক্লিক অ্যাসিড কোষের ভিতরে প্রবেশ করে। ঐ নিউক্লিক অ্যাসিড বা ভাইরাস জিন তার সন্ধেত অস্থায়ী ভাইরাসের দেহের উপযোগী নিউক্লিক অ্যাসিড ও প্রোটিন তৈরি করিয়ে নেয় আশ্রয়দাতা কোষের কলাকৌশল নিজের কাজে লাগিয়ে। এইভাবে ভাইরাসের বৃদ্ধি ঘটে। অধিকাংশ ভাইরাসের বেলায় প্রতিটি কোষে একটি নির্দিষ্ট সংখ্যক ভাইরাস সৃষ্টি হলেই তারা ঐ কোষকে ফাটিয়ে বেরিয়ে পড়ে, আবার নূতন নূতন কোষকে আক্রমণ করে; অর্থাৎ এই ভাইরাসগুলি যে কোষে জন্মাচ্ছে তাকেই ধ্বংস করছে। কিন্তু কতকগুলি ভাইরাস আছে, যারা শুধুমাত্র 'বাতী'র মত দেহকোষের আশ্রয়ে কোষ থেকে কোষান্তরে যায়, দেহকোষের কোন স্থায়ী ক্ষতিসাধন করে না। SV40 ও শোণে প্যাপিলোমা ভাইরাস (SPV) একদম ছোট DNA-বস্তু ভাইরাস, যারা মানুষের কোন ক্ষতি করে না। এই ছুটির যে

কোন ভাইরাসের DNA-তে যদি একটি অতিরিক্ত কৃত্রিম DNA জিন রাসায়নিকভাবে সংযুক্ত করা যায়, তাহলে সেই ভাইরাসের সঙ্গে ঐ কৃত্রিম জিন দেহকোষে প্রবেশ করানো যাবে।

উদাহরণস্বরূপ কিনাইলকিটোনিউরিয়া একটি বংশগত ব্যাধি। এই রোগে কিনাইল অ্যালানিন নামক অ্যামিনো অ্যাসিডের বিপাক হয় না। একটি গুরুত্বপূর্ণ এনজাইম না থাকবার ফলে। যদি SV-40 ভাইরাসে কিনাইল অ্যালানিন হাইড্রক্সিলেজ এনজাইম তৈরির উপযোগী বার্তা বা জিন যোগ করে ঐ ভাইরাস দিয়ে রোগীকে সংক্রামিত করা যায়, তাহলে রোগীর দেহে ঐ এনজাইম তৈরি হবে এবং বংশগত রোগটি সেয়ে যাবে। যতদিন ঐ ভাইরাস দেহে থাকবে, ততদিনই রোগটির কোন লক্ষণ থাকবে না। SPV ভাইরাসের জিন মানবদেহে একবার প্রবেশ করিয়ে দিলে কুড়ি বছর পর্যন্ত তার কার্যকারিতা থাকতে দেখা গেছে। SPV দিয়ে আরও একপ্রকার সহজ জিন থিরাপি উদাহরণ আছে। আর্জিনিমিয়া রোগে রক্তে আর্জিনিন অ্যামিনো অ্যাসিডের মাত্রা বেড়ে যায়। এর ফলে মানসিক অপূর্ণতা ও আরও অনেক উপসর্গ দেখা দেয়। SPV দিয়ে সংক্রামিত করলে কোষে আর্জিনেজ এনজাইম প্রস্তুত হয়। ঐ এনজাইম আর্জিনিনকে ভেঙে ফেলে।

DNA ও RNA-যুক্ত উভয় শ্রেণীর ভাইরাসের জিনেই অতিরিক্ত DNA বা RNA জিন যোগ করে দেবার পদ্ধতি আবিষ্কৃত হয়েছে। RNA-ভাইরাসে কোন DNA থাকে না। RNA-ই হলো তার জেনেটিক পদার্থ। প্রকৃতি থেকে কোন বিশেষ এনজাইমের উপযোগী বার্তাবাহ RNA আহরণ করে RNA-ভাইরাসের মাধ্যমে প্রাণীর দেহে ঐ জিন প্রবেশ করানো সম্ভব। শুধু প্রয়োজন, ইচ্ছামত এনজাইমের জিন ও তার

বহনোপযোগী ভাইরাস খুঁজে পাওয়া-যার ক্ষতিকর নয়। পোলিও ভাইরাস, অ্যাডেনো ভাইরাসকেও পরিবর্তিত (Mutated) করে তার রোগ সৃষ্টির ক্ষমতা কমিয়ে দিয়ে বাহক হিসাবে ব্যবহারের সম্ভাবনা আছে।

উদ্ভিজ্জ বাস্তব পুষ্টিগুণও এইভাবে জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং-এর সাহায্যে বৃদ্ধি করা যেতে পারে। গাছের বেলায় কৃত্রিম RNA জিন RNA-ভাইরাসের সাহায্যে ঢুকিয়ে দেওয়া খুবই সহজ। পরীক্ষায় দেখা গেছে, তামাক পাতার ভাইরাস TMV (Tobacco Mosaic Virus) RNA-তে ঞানিকটা poly A (শুধু অ্যাডেনিন নিউক্লিও-টাইড পর পর জুড়ে তৈরি) জুড়ে ঐ RNA দিয়ে তামাক পাতাকে আক্রান্ত করা হলে ঐ কিঞ্চিৎ পরিবর্তিত RNA আবার TMV সৃষ্টি করে চলে। ঐ নবজাত TMV-তে অতিরিক্ত poly A বার্তা থাকবার দরুণ পলিলাইসিন (পর পর লাইসিন অ্যামিনো অ্যাসিড জুড়ে প্রোটিনের মত বস্তু) তৈরি হয় উপরি পাওনা হিসাবে, কারণ AAA হচ্ছে লাইসিনের সংকেত। উদ্ভিজ্জ প্রোটিনে লাইসিন কম থাকবার দরুণ তার পুষ্টি-গুণ প্রাণীজ প্রোটিনের তুলনায় কম। যদি উপরিউক্তভাবে ফলনশীল গমের গাছের পক্ষে ক্ষতিকর নয়, এমন RNA ভাইরাসে এভাবে poly A যোগ করে সংক্রামিত করা হয়, তাহলে ঐ গমেও পলিলাইসিন তৈরি হতে পারে। ফলে গমের পুষ্টিমূল্য বেড়ে যাবে। এইভাবে ভাইরাস একবার তৈরি করলেই চলবে। তাৎক্ষণিক উদ্ভূত প্রজন্ম ভাইরাসেও ঐ জেনেটিক বার্তা থাকবে, যাদের দিয়ে আবার নতুন নতুন ফসলকে সংক্রামিত করা যাবে।

আরও সম্ভাব্য একটি উপায় হলো, একেবারে কৃত্রিম ভাইরাস সৃষ্টি করা। প্রকৃতিতে ভাইরাস জীবকোষে বংশবৃদ্ধি ঘটাবার সময় কখনও কখনও ভুল করে কতকগুলি ভুল ভাইরাস

(Pseudovirion) তৈরি হয়, যার বাইরে থাকে ভাইরাসের প্রোটিনের আবরণ, কিন্তু মাঝখানে ভাইরাস জিনের বদলে খানিকটা আশ্রয়-কোষের জিন। আশা করা যাচ্ছে, এইভাবে কৃত্রিম নিউক্লিক অ্যাসিড জিনের চারদিকে কোন ভাইরাসের প্রোটিনের আবরণ দিয়ে ঐ কৃত্রিম ভাইরাসের মাধ্যমে জিনকে দেহকোষে জিন সংযোগ করা সম্ভব হবে।

সম্প্রতি ডেনিহেলি কৃত্রিম অ্যামিবা-কোষ তৈরি করেছেন। তিনি একটি অ্যামিবার কোষ থেকে স্তন্য নলের সাহায্যে ভিতরের সমস্ত সাইটোপ্লাজম ও নিউক্লিয়াস বের করে নিয়ে অল্প একটি অ্যামিবার অভ্যন্তরস্থ সাইটোপ্লাজম ও নিউক্লিয়াস ঢুকিয়ে দিয়েছেন। এইভাবে সৃষ্ট কৃত্রিম অ্যামিবা শুধু বেঁচেই থাকে না, প্রজননেও সক্ষম। একটি জীবকোষে তার নিউক্লিয়াসের বদলে অল্প নিউক্লিয়াস প্রতিরোপণ করা (Transplant) এখন সহজ ব্যাপার। এই জ্ঞানকে জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিং-এ কাজে লাগানো যেতে পারে। ধরা যাক, জন্মগত কোন ক্রটির জন্তে কারও গিভার বা গ্লিহাতে কোন দরকারী এনজাইম তৈরি হয় না। এখন অবশ্য অল্পস্ব প্রত্যঙ্গের বদলে স্তন্যমত ও স্তন্য দাতার দেহ থেকে সংগৃহীত অল্প সংযোজনের চেষ্টা চলছে। সে ক্ষেত্রে অল্পবিধা প্রধানতঃ দুটি। প্রথমতঃ সময়মত দাতার প্রত্যঙ্গ পাওয়া; দ্বিতীয়তঃ গ্রহীতার দেহ অপরের প্রত্যঙ্গ কিছুদিন পরেই প্রত্যাধান করে। এই প্রত্যাধানের মূলে রয়েছে বিজাতীয় বস্তুর প্রতি আমাদের দেহের আত্মস্বরূপ

প্রতিরোধশক্তি (Immuno-response)। অল্প প্রত্যাধানে মূলতঃ কোষের উপরস্থ অ্যান্টিজেনগুলি আছে। যদি আমরা রোগীর নিজের প্রত্যঙ্গের কিছু কোষ নিয়ে পরীক্ষাগারে টিসু কালচারে তাদের বর্ধিত করি এবং পরে তাদের নিউক্লিয়াসের বদলে স্তন্য ব্যক্তির নিউক্লিয়াস ঢুকিয়ে দিয়ে ঐ কোষ অল্প সংযোজন করতে পারি, তাহলে রোগীর দেহ ঐ কোষ প্রত্যাধান করবে না। অথচ স্তন্য নিউক্লিয়াস (নিউক্লিয়াসই জিনের আবাসস্থল) থাকবার ফলে বাহ্যিক এনজাইম তৈরি হতে পারবে।

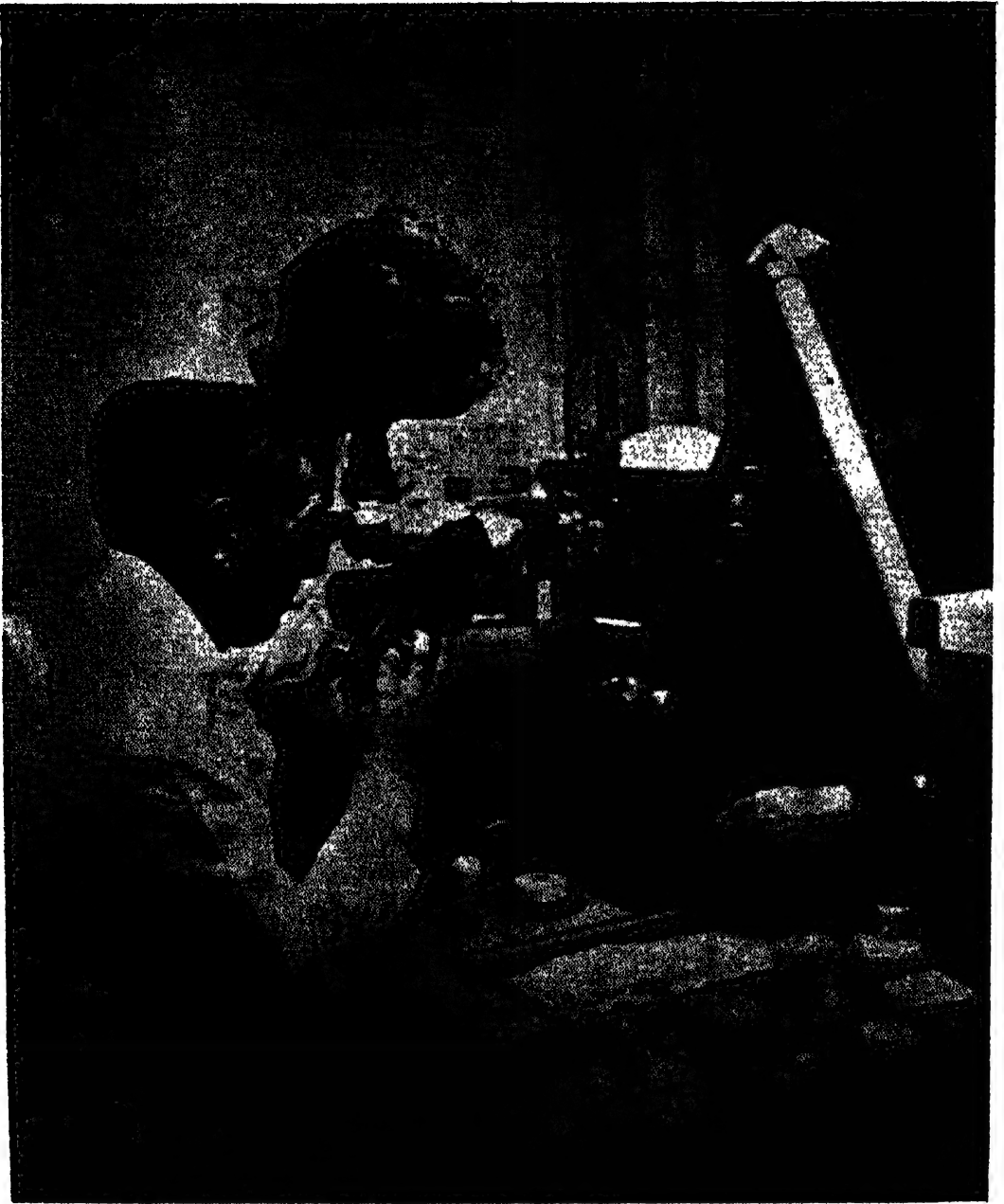
উপরে যতগুলি উদাহরণ আলোচিত হয়েছে, প্রায় সবগুলিতেই আক্রান্ত ব্যক্তির ক্রটি সারাবার উপায় বর্ণিত হয়েছে। জেনেটিক ইঞ্জিনিয়ারিংকে অল্প একটি দিকেও নিয়ে যাওয়া যেতে পারে। সেটি হলো, জন্মের আগেই ভবিষ্যৎ প্রজন্মের জিন-সমাবেশ নির্ধারণ করে দেওয়া, যাতে ইচ্ছামত বৈশিষ্ট্য ও নিগুণতাসম্পন্ন মানব গোষ্ঠী তৈরি করা যায়। ক্লোনিং বা একটি কোষ থেকে ঠিক একই মানুষের প্রতিক্রিয়া অবিকল এক মানব গোষ্ঠী তৈরি করা তার একটি উদাহরণ (জ্ঞান ও বিজ্ঞান, জাছারী, 1971 দ্রষ্টব্য)। এই সব কাজে হাত দেবার আগে অনেক সামাজিক ও মানবিক সমস্যার কথা ভাবতে হবে। সমাজ-বিজ্ঞানী, রাষ্ট্র-বিজ্ঞানী ও জীব-বিজ্ঞানীদের একযোগে এই সব সমস্যার আলোচনার বিষয় ও তার সমাধানের কথা চিন্তা করতে হবে। এই প্রবন্ধের ক্ষুদ্র পরিসরে সে আলোচনা করা সম্ভব নয়।

କିଶୋର ବିଜ୍ଞାନୀର
ଦମ୍ଭର

ଜ୍ଞାନ ଓ ବିଜ୍ଞାନ

ଜୁଲାଇ — 1971

ଚତୁର୍ବିଂଶ ବର୍ଷ — ସମ୍ପଦ ସଂଖ୍ୟା



অস্ত্রোপচারের পরিবর্তে লেসার রশ্মির সাহায্যে চোখের রেটিনার চিকিৎসার ব্যবস্থা। ডাক্তার ও তাঁর সহকারী রোগীর চোখের অভ্যন্তর ভাগ পরীক্ষা করে দেখছেন। কোনরূপ যন্ত্রণা বা অসুবিধার সৃষ্টি না করে লেসারের অতি সূক্ষ্ম রশ্মি চোখের লেন্সের মধ্য দিয়ে ভিতরে প্রবেশ করে রেটিনার ত্রুটি সংশোধন করে।

চাঁদ ও অন্যান্য জ্যোতিষ্কের আকাশ

পৃথিবীর কোন মানুষ চাঁদে পা দিলে প্রথমেই তার চোখে পড়বে চাঁদের আকাশের দিকে। পৃথিবীর মত সুনীল আকাশ সেখানে নেই, প্রচণ্ড রোদ থাকা সত্ত্বেও সেখানকার আকাশকে মাথার উপর একটা কালো ঢাকনার মত মনে হবে। তার কারণ সেখানে বাতাস নেই, কাজেই বাতাসে ভাসমান ধূলিকণাও নেই। এই কারণেই ভোরে বা সন্ধ্যায় পৃথিবীর মত সেখানে আলো-আঁধারির ভাবটাও নেই। সেখানে সূর্যোদয় ও সূর্যাস্তের মতো আলোকচ্ছটাও নেই। হঠাৎ সেখানে দিন আসে আবার হঠাৎ রাতও আসে। সূর্যের আলো যেখানে সোজাসুজি পড়ে, সেই জায়গাটাই কেবল আলোকিত হয়, অন্যান্য জায়গাগুলি কালো আঁধারে ঢেকে থাকে।

চাঁদ থেকে পৃথিবীকে দেখা যাবে একটা বড় খালার মত, যার ব্যাস হবে পৃথিবী থেকে চাঁদের যে ব্যাস দেখা যায়, তার প্রায় চারগুণ। তবে চাঁদ থেকে পৃথিবী-পৃষ্ঠের খুঁটিনাটি কিছুই চোখে পড়বে না। এর কারণ পৃথিবীতে সূর্যের আলো পড়বার আগেই তার অনেক অংশই পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলে বিচ্ছুরিত হয়ে যায়।

আমাদের আকাশে যেমন চাঁদের কলা দেখতে পাই, চাঁদের আকাশেও পৃথিবীর মেরুপ কলা দেখা যাবে। তবে একটা অণুটার বিপরীত। আমরা যখন পৃথিবীতে পূর্ণিমার চাঁদ দেখি, চাঁদ থেকে তখন দেখা যাবে গুরু প্রতিপদের পৃথিবী। তেমনি এখানে যখন গুরুপক্ষের প্রতিপদ চাঁদ থেকে পৃথিবীকে খালার মত দেখাবে; অর্থাৎ সেখানে পূর্ণ পৃথিবী। এখান থেকে আমরা যখন দেখছি গুরুপক্ষের চাঁদ পূর্ণিমার দিকে এগিয়ে যাচ্ছে, চাঁদের আকাশে দেখা যাবে কৃষ্ণপক্ষের পৃথিবী ধীরে ধীরে ক্ষয় হয়ে যাচ্ছে। চাঁদে যখন পূর্ণ পৃথিবী, সেখানে তখন আলোর প্লাবন বয়ে যাবে—মনে হবে নব্বুইটা পূর্ণিমার চাঁদ যেন আলো দিচ্ছে। তখন অনায়াসেই সেখানে ছোট ছোট অক্ষরে লেখা বই পড়া যেতে পারে। আমাদের আকাশে চাঁদ ওঠে আর ডোবে। কিন্তু চাঁদের আকাশে পৃথিবীকে উঠতে বা ডুবতে দেখা যায় না—দেখা যাবে আকাশের এক জায়গায় স্থির হয়ে ভেসে থাকতে। আর তারাগুলিকে দেখা যাবে আকাশে তার পিছন দিয়ে ধীরে ধীরে সরে যাচ্ছে। এর কারণ হলো, চাঁদ পৃথিবীর দিকে তার একটা মুখই ক্রিয়েরে রাখে। তবে একেবারে স্থির হয়ে থাকে বললে ভুল হবে। কারণ চাঁদের যে সব জায়গা থেকে পৃথিবীকে দিগন্ত রেখার কাছাকাছি দেখা যাবে, সেখানে মনে হবে, আকাশ প্রদক্ষিণ না করেও পৃথিবী এক আঁকাবাঁকা পথে ভেসে চলেছে আর একবার উঠছে আর ডুবছে।

চাঁদের আকাশেও সৌর আর পার্শ্ব—এই দুই রকম গ্রহণ দেখতে পাওয়া যাবে। আমরা পৃথিবীতে যখন চন্দ্রগ্রহণ দেখি, চাঁদে তখনই সূর্যগ্রহণ হয়। পৃথিবী তখন সূর্য আর চাঁদের মাঝখানে এসে পড়ে আর চাঁদ পৃথিবীর ছায়ায় ডুবে যায়। চাঁদে সূর্যগ্রহণ পৃথিবীর মত কয়েক মিনিটের জন্তে নয়, তা চার ঘণ্টারও বেশী স্থায়ী হয়।

চাঁদের আকাশে পৃথিবীর গ্রহণ অতি সামান্য ব্যাপার। তখন চাঁদ থেকে দেখা যাবে, পূর্ণ পৃথিবীর বিরাট চাকার গায়ে একটা ছোট বৃত্তাকার অন্ধকারাচ্ছন্ন স্থান। এটা আর কিছুই নয়, পৃথিবীর বৃকের উপর চাঁদের ছায়া আর যে জায়গা দিয়ে এই বৃত্তটি যাবে, সেখান থেকেই পৃথিবীর সূর্যগ্রহণ দেখা যাবে।

এবার শুক্রে আসা যাক। এখানকার আকাশে সূর্যকে দেখা যাবে দ্বিগুণ বড় আকারে—তার উত্তাপ আর আলোও হবে পৃথিবীর চেয়ে দ্বিগুণ বেশী। শুক্রের রাতের আকাশে পৃথিবীকে দেখতে পাওয়া যাবে অত্যন্ত উজ্জ্বল একটা তারা হিসাবে। পৃথিবী আর শুক্র আকারে প্রায় সমান অথচ পৃথিবী থেকে শুক্রকে যতটা উজ্জ্বল দেখায়, তার চেয়ে অনেক বেশী উজ্জ্বল দেখায় শুক্র থেকে পৃথিবীকে। এর কারণ আছে। শুক্র পৃথিবীর চেয়ে সূর্যের বেশী কাছে। তাই শুক্র যখন পৃথিবীর সবচেয়ে কাছে আসে, তখন তার আঁধারে ঢাকা দিকটাই আমাদের দিকে ফেরানো থাকে। তারপর একটু দূরে সরে যেতেই শুক্রের একটা ছোট অংশ বা কলা আমরা দেখতে পাই। অথচ শুক্র থেকে দেখা যাবে পৃথিবী যখন শুক্রের সবচেয়ে কাছে, তখনই পৃথিবীর সবটা আলোকিত অর্থাৎ পূর্ণ পৃথিবী। এই জন্তেই উজ্জ্বলতার এই বৈষম্য।

শুক্রের আকাশে একটা চিত্তাকর্ষক দৃশ্য হলো, পৃথিবী ও চাঁদের মিলিত পরিক্রমা। মনে হবে, একটা ফুটবল আর একটা পিংপং বল নেহাৎই খামখেয়ালিভাবে লাফা-লাফি করছে। আকাশে দেখা যাবে অসংখ্য তারার মেলা—যেমন আমরা দেখি পৃথিবীর আকাশে। শুধু শুক্র কেন—বুধ, বৃহস্পতি, শনি, নেপচুন বা প্লুটো সব গ্রহ থেকেই একই নক্ষত্র-জগৎ দেখতে পাওয়া যাবে। কারণ গ্রহমণ্ডলীর মধ্যেই দূরত্বের অনুপাতে তারাগুলি রয়েছে আরো অনেক অনেক দূরে।

শুক্রের পালা শেষ করে এবার বুধে পা দেওয়া যাক। সে এক আশ্চর্য জগৎ। চাঁদের অর্ধাংশের সঙ্গে পৃথিবীর যে ধরণের আড়ি, তেমনি বুধের অর্ধাংশ সূর্যের দিক থেকে সারা বছর মুখ ফিরিয়ে থাকে। স্মৃতরাং সূর্য আকাশে স্থির হয়ে কুলতে থাকে—নেই দিন-রাত্রির পালা।*

বুধের সূর্য পৃথিবীর সূর্য থেকে ছয় গুণেরও বেশী বড়। আমাদের আকাশে শুক্রের

*সম্প্রতি জানা গেছে বুধের আন্বিক গতি আছে। বুধ গ্রহটি 59 দিনে নিজের অক্ষের উপর আবর্তিত হয়। আমাদের পৃথিবীর মত ওখানেও সূর্যোদয় এবং সূর্যাস্ত হয়।

উজ্জলতায় বুধের আকাশে পৃথিবীকে দেখা যাবে। বুধের কালো মেঘমুক্ত আকাশে শুক্রের দীপ্তি সৌর মণ্ডলীর অপর গ্রহ বা তারার উজ্জল্যকে গ্লান করে দেয়।

এবার মঙ্গলে আসা যাক। এখানকার আকাশে সূর্যকে পৃথিবী থেকে দেখা সূর্যের দুই-তৃতীয়াংশ আয়তনে দেখা যাবে। ২৪ ঘ: ৩৭ মি: অন্তর সূর্যোদয় দেখতে পাওয়া যাবে। মঙ্গলের আকাশে পৃথিবীকে শুকতারা আর সন্ধ্যাতারার ভূমিকাতেই দেখতে পাওয়া যাবে—যেমন আমাদের আকাশে দেখি শুক্রকে। পৃথিবীর চাঁদের কলা পরিবর্তন সেখানকার আকাশে দেখা যাবে। তবে পৃথিবীর এক-চতুর্থাংশ সেখানে সব সময়ই অদৃশ্য থেকে যাবে। চাঁদকে খালি চোখেই বেশ উজ্জল দেখতে পাওয়া যাবে। মঙ্গলের নিকটতম উপগ্রহ ফোবোস আকারে ছোট (১৬ কি: মি: ব্যাস) হলেও খুব কাছে থাকায় তার কলাগুলি স্পষ্ট দেখতে পাওয়া যাবে। ফোবোসের বৃকে দাঁড়ালে দেখা যাবে আকাশের ৪৫° জুড়ে আমাদের চাঁদের চেয়ে কয়েক হাজার গুণ বেশী উজ্জল একটা খালা অতি দ্রুত তার কলা বদলে চলেছে—এটাই হলো মঙ্গলগ্রহ।

মঙ্গল ছেড়ে এবার বৃহস্পতিকে ধরা যাক। বৃহস্পতির আকাশ পরিষ্কার থাকলে সূর্যকে দেখা যাবে আয়তনে আমাদের আকাশের সূর্যের পঁচিশ ভাগ ছোট। পাঁচ ঘণ্টার দিন সহজেই শেষ হয়ে রাত এসে পড়ে। সেখানে বুধ অদৃশ্য আর মঙ্গলকেও অদৃশ্য বলা চলে। শুক্র আর পৃথিবীকে কেবলমাত্র গোখুলিতে দূরবীনের সাহায্যে দেখা যাবে—তারা সূর্যের সঙ্গে সঙ্গে আবার অন্ত যায়। তবে শনিকে বেশ উজ্জল দেখাবে।

বৃহস্পতির বায়ুমণ্ডল অত্যন্ত ঘন আর উঁচু। আলোকরশ্মি টারহাভাবে বায়ুমণ্ডল ভেদ করে বৃহস্পতির বৃকে পড়ে; ফলে দৃষ্টিভ্রম ঘটে। অনেকে মনে করেন—বৃহস্পতির বৃকে দাঁড়ালে মনে হবে যেন একটা বিরাট গামলার ভিতর দাড়িয়ে আছেন। মাথার উপর বিশাল আকাশ গামলার শেষ প্রান্তে অস্বচ্ছ খোঁয়াটে পাড়ে শেষ হয়ে গেছে। তবে এই সব কল্পনার সত্যতা সম্পর্কে সঠিক কিছু বলা যায় না।

এখন শনির কথাই আসা যাক। শনির বিখ্যাত বলয়গুলিকে শনি-পৃষ্ঠের সব জায়গা থেকে দেখা যায় না। মেরু থেকে ৬৪০° অক্ষাংশ থেকে তারা অদৃশ্য। ৫০° অক্ষাংশে বলয়গুলি পুরো দেখা যাবে। বলয়গুলির একটি পাশ মাত্র আলোকিত, অল্প দিকটা অন্ধকারে ঢাকা।

শ্রীচঞ্চলকুমার রায়

পারদর্শিতার পরীক্ষা

শারীরতত্ত্ব ও জীববিজ্ঞা বিষয়ক পাঁচটি প্রশ্ন নীচে দেওয়া হলো। উত্তর দেবার জন্যে মোট সময় 2 মিনিট। ঐ সময়ের মধ্যে 5টি, 4টি, 3টি, 2টি বা 1টি প্রশ্নের উত্তর সঠিক হলে উল্লিখিত বিষয়গুলিতে পারদর্শিতা যথাক্রমে খুব বেশী, বেশী, চলনসই, কম বা খুব কম। কোন প্রশ্নেরই উত্তর ঠিক না হলে মন্তব্য নিশ্চয়োজন।

1. কোন্টি ঠিক, বল—

সুস্থ মানবদেহের রক্তে শ্বেত কণিকা ও লোহিত কণিকার অনুপাত মোটামুটিভাবে

- 1 : 5
- 1 : 50
- 1 : 500
- 1 : 5000

2. কোন্টি শীতল রক্তবিশিষ্ট প্রাণী ?

- মানুষ
- ছাগল
- বানর
- সাপ

3. কোন্টি ঠিক, বল—

মানবদেহে যে পৃথক অস্থিগুলি নানাভাবে যুক্ত হয়ে আছে, তাদের সংখ্যা মোটামুটিভাবে—

- 20
- 200
- 2000
- 20000

4. কোন্ প্রাণীটি স্তন্যপায়ী নয় ?

- তিমি
- বাহুড়
- উটপাখী
- গ্যাটিনাস

5. জীবকোষের কোন্ অংশে ক্রোমাটিন (Chromatin) দেখা যায় ?

নিউক্লিয়াস

সাইটোপ্লাজম

ক্রোমোজোম

কোষ-আবরণ

(উত্তর— 444 নং পৃষ্ঠায় দ্রষ্টব্য)

ব্রহ্মানন্দ দাশগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু*

* সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার ফিজিক্স, কলিকাতা-৯

অ্যালকেমিস্টদের পরশপাথর

অ্যালকেমি কথাটা এসেছে গ্রীক শব্দ কিমিয়া থেকে—যার অর্থ সোনা তৈরির কৌশল। খৃষ্টপূর্ব চতুর্থ শতাব্দীর প্রথম ভাগে প্লেটো ও তাঁর শিষ্য অ্যারিস্টটল—এই দুই বিখ্যাত গ্রীক পণ্ডিত প্রচার করেন যে, সকল জড় বস্তুই কয়েকটি মৌলিক ধর্ম বা গুণের বিভিন্ন আত্মপাতিক সমাবেশে গঠিত এবং সেই গুণাবলী এক বস্তু থেকে অপর বস্তুতে অপসারিত করা যায়; অর্থাৎ সহজ কথায় কোন রাসায়নিক বা ভৌত প্রক্রিয়ার দ্বারা একটি মৌলিক পদার্থকে অপর একটি মৌলিক পদার্থে রূপান্তরিত করা সম্ভব। প্লেটো ও অ্যারিস্টটলের এই মতবাদ বিভিন্ন দেশের বিজ্ঞানী ও দার্শনিকদের প্রভাবিত করে এবং তখন থেকেই বিজ্ঞানীদের মনে এই ধারণা গড়ে ওঠে যে, কোনও নিকৃষ্ট ধাতুকে হয়তো রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় সোনাতে পরিণত করা সম্ভব হতে পারে। এর ফলে খৃঃ পূঃ প্রথম শতাব্দীর গোড়ার দিকে পঃ এশিয়া ও ইউরোপে গড়ে ওঠে এক বিজ্ঞানী সম্প্রদায়, যাদের প্রধান উদ্দেশ্য ছিল—লোহা, সীসা প্রভৃতি নিকৃষ্ট ধাতুকে সোনায় পরিণত করবার কৌশল আবিষ্কার করা। এঁদের বলা হতো অ্যালকেমিস্ট।

অ্যালকেমিস্টদের মতে, সোনাই হলো সকল ধাতুর শেষ পরিণতি। লোহা, সীসা, তামা, পারদ প্রভৃতি বিভিন্ন ধাতু ভূগর্ভে সঞ্চিত হয়, বৃদ্ধি পায় ও প্রাকৃতিক নিয়মে পরিণত অবস্থায় সোনায় রূপান্তরিত হয়। এই ভ্রান্ত ধারণার বশে অ্যালকেমিস্টরা ভাবতে শুরু করেন যে, কোন কৌশলে যদি তাঁরা প্রাকৃতিক এই রূপান্তরকে ত্বরান্বিত করতে পারেন, তবে অতি অল্প সময়ে পৃথিবীর অগ্রাগ্র সমস্ত ধাতুকে সোনার পরিণত করা সম্ভব হবে। অ্যালকেমিস্টদের এই মতবাদ আজ হাস্যকর মনে হলেও তাঁদের এই সোনা তৈরির প্রচেষ্টার

মধ্য দিয়েই রসায়নবিজ্ঞান বহু তথ্য আবিষ্কৃত হয়েছে। অ্যালকেমিস্টরা আবিষ্কার করেন সালফিউরিক অ্যাসিড, নাইট্রিক অ্যাসিড ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড—যেগুলি রাসায়নিক গবেষণার অপরিহার্য অঙ্গ। গন্ধক ও পারদের বিভিন্ন যৌগ এবং সোনাতে জ্বীভূত করবার একমাত্র জ্বাবক অ্যাকোয়া রিজিয়া (Aqua Regia)—এক ভাগ HNO_3 ও তিন ভাগ HCl -এর মিশ্রণ। হু-একটি সঙ্কর ধাতু, কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ রাসায়নিক পদার্থও এই সময় আবিষ্কৃত হয়। আজ্ঞাশাল আমরা যে এত রকমের ফুলের নির্ধাস ও আভর ব্যবহার করি, সেগুলির অধিকাংশই অ্যালকেমিস্টদের দান। অবশ্য কিছু সংখ্যক অ্যালকেমিস্ট রাসায়নিক গবেষণায় উৎসাহী না হয়ে তত্ত্বমস্ত্র এবং ঝাড়ফুঁকের সাহায্যেই সোনা তৈরির স্বপ্ন দেখতেন। তাঁরা পদার্থশাস্ত্রের (Philosopher's stone) অস্তিত্বে বিশ্বাসী ছিলেন এবং প্রত্যেকেই নিজস্ব মতবাদ প্রচার করে লোকের মনে ভ্রান্ত ধারণার সৃষ্টি করতেন।

সে যুগে রাজারা সোনার লোভে অ্যালকেমিস্টদের সাহায্য করতেন। কথিত আছে, সম্রাট দ্বিতীয় চার্লস-এর শয়নকক্ষের তলায় অ্যালকেমির একটি গুপ্ত পরীক্ষাগার ছিল। রোজার বেকন, নিউটন, অ্যালবার্টাস ম্যাগনাস প্রমুখ বিখ্যাত বিজ্ঞানী ও দার্শনিকেরাও অ্যালকেমির চর্চায় উৎসাহী ছিলেন।

অ্যালকেমি-চর্চার প্রধান কেন্দ্র ছিল মিশর, সিরিয়া, পারস্য, আরব, চীন ও ইউরোপের ফ্রান্স, ইংল্যান্ড প্রভৃতি দেশে। ভারতবর্ষে অ্যালকেমির চর্চা প্রায় হয় নি বলা যায়—কারণ প্লেটো ও আরিস্টটলের মতবাদ এবং গ্রীক দর্শন ছিল অ্যালকেমি চর্চার ভিত্তিস্বরূপ। যে কারণেই হোক, ভারতের বিজ্ঞানীরা সে যুগে ঐ গ্রীক দর্শন ও বিজ্ঞানে বিশ্বাসী ছিলেন না। অতীত দেশগুলিতে কিন্তু খৃষ্টীয় সপ্তম শতাব্দী পর্যন্ত কয়েক শত বছর ধরে বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে অ্যালকেমিস্টদের প্রতিপত্তি অব্যাহত ছিল। তবে জনসাধারণ ক্রমশঃ তাদের সন্দেহের চোখে দেখতে শুরু করে। কারণ অ্যালকেমির চর্চা কেবল বিজ্ঞানীদের মধ্যে সীমাবদ্ধ না থেকে ক্রমশঃ প্রতারণাদের হাতিয়ার হয়ে উঠেছিল। ফলে জনসাধারণের মনে রসায়নবিজ্ঞান প্রতি সন্দেহের উদ্বেক হয় এবং অ্যালকেমির চর্চা প্রায় বন্ধ হয়ে যাবার উপক্রম হয়। এই সময় খৃষ্টীয় ষোড়শ শতাব্দীতে প্যারাসেলসাস নামে একজন রসায়নবিদ প্রচার করেন যে, অ্যালকেমিস্টরা এতদিন কিছুটা ভ্রান্ত পথে চালিত হয়েছেন, অ্যালকেমি-চর্চার প্রকৃত উদ্দেশ্য—বিভিন্ন রোগ প্রতিরোধের ঔষধ প্রস্তুত করা—স্বর্ণোৎপাদন করা নয়। প্যারাসেলসাসের প্রভাবে এবং পারিপার্শ্বিক অবস্থার চাপে অ্যালকেমিস্টরা দুই ভাগে বিভক্ত হয়ে পড়েন। অল্প সংখ্যক বিজ্ঞানী তখনও কৃত্রিম সোনা তৈরির জন্তে গবেষণা চালিয়ে যান, কিন্তু অধিকাংশ অ্যালকেমিস্টদেরই কয়েক শতাব্দীর নৈরাশ্যের ফলে আরিস্টটলের মতাদেশের উপর আস্থা কমে আসে এবং তাঁরা চিকিৎসা-রসায়ন বা আয়েট্রোকেমিস্ট্রিতে উৎসাহী হয়ে ওঠেন। এরপর থেকে বিভিন্ন রোগের ঔষধ প্রস্তুতি, নতুন নতুন রাসায়নিক যৌগের গুণাগুণ নির্ণয় ও সেগুলিকে মানুষের উপকারে লাগাবার প্রচেষ্টাই

ছিল আলকেমিস্টদের প্রধান কাজ। অবশেষে সপ্তদশ শতাব্দীতে আয়ারল্যান্ডের বিজ্ঞানী রবার্ট বয়েল মৌলিক ও যৌগিক পদার্থের প্রভেদ বুঝিয়ে দেন এবং মৌলিক পদার্থের সুস্পষ্ট সংজ্ঞা নির্দেশ করেন। ফলে আরিস্টটলের বহু বিতর্কিত চতুর্মৌলিক মতবাদ সম্পূর্ণ ভ্রান্ত প্রমাণিত হয়। বিজ্ঞানীরা বুঝতে পারেন যে, কোনও ভৌত বা রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় মৌলিক পদার্থের রূপান্তর সম্ভব নয়। এর পর সোনা তৈরির প্রচেষ্টা সম্পূর্ণ বন্ধ হয়ে যায় এবং রসায়ন-বিজ্ঞান অনেকটা আধুনিক রূপ লাভ করে।

অবশ্য আজ এই বিংশ শতাব্দীতে ইলেকট্রন তত্ত্ব আবিষ্কার হওয়ায় প্রাচীন আলকেমিস্টদের স্বপ্ন আমাদের কাছে অসম্ভব বা অবাস্তব মনে হবার কোনও কারণ নেই। আমরা জানি, মৌলিক পদার্থের পরমাণুতে আছে প্রধানতঃ প্রোটন, ইলেকট্রন ও নিউট্রন কণিকা। এর মধ্যে প্রোটনের সংখ্যা পদার্থের মৌলিকত্ব বজায় রাখে, অর্থাৎ কোনও মৌলিক পদার্থের পরমাণুতে যদি প্রোটনের সংখ্যা কমানো বা বাড়ানো যায়, তবে সেটা অল্প এক মৌলিক পদার্থে পরিণত হবে। যেমন—একটা সোনার পরমাণুতে প্রোটন আছে ৭৯ আর একটা পারদের পরমাণুতে প্রোটন আছে ৮০, এখন যদি কোনও উপায়ে পারদের পরমাণু থেকে একটা প্রোটন কমিয়ে দেওয়া যায়, তবে সেটা সোনার পরমাণুতে পরিণত হবে। এইভাবে বর্তমানে আবিষ্কৃত সাইক্লোট্রন, বিভাট্রন, কসমোট্রন প্রভৃতি যন্ত্রের সাহায্যে মৌলিক পদার্থের রূপান্তর ঘটানো সম্ভব হচ্ছে। এই সব যন্ত্রের সাহায্যে আমরা কৃত্রিম উপায়ে সোনাও পেতে পারি। এথেকে মনে হতে পারে যে, এর ফলে সোনার মূল্যও বোধ হয় খুব কমে যাবে। কিন্তু তা হবে না, কারণ এই পদ্ধতিতে সোনা তৈরি করা অত্যন্ত ব্যয়সাধ্য এবং এই ব্যয় উৎপন্ন সোনার মূল্যের চেয়ে অনেক বেশীই হবে। সুতরাং আলকেমিস্টদের পরশপাথর আজ আমাদের হাতে এলেও আর্থিক দিক দিয়ে লাভবান হবার সম্ভাবনা নেই।

বুলবুল বন্দ্যোপাধ্যায়

মুক্তার কথা

মুক্তার সঙ্গে মানুষের পরিচয় প্রাচীন কাল থেকেই। বস্তুতঃ প্রাচীন কাল থেকেই মুক্তাকে অলঙ্কার হিসাবে ব্যবহার করা হচ্ছে। ভারতের প্রাচীন অথর্ববেদে ও সুপ্রাচীন মিশরীয় সভ্যতায় মুক্তার উল্লেখ দেখা যায়।

ইতিহাস থেকে জানা যায়, জুলিয়াস সিজার তাঁর প্রিয়পাত্রী সারভিলিয়াকে একটি দামী মুক্তা উপহার দিয়েছিলেন, যার দাম ছিল প্রায় পঞ্চাশ হাজার পাউণ্ড। সৌন্দর্যের রাণী ক্লিওপেট্রা একটি মুক্তা গলাধঃকরণ করেছিলেন, যার দাম ছিল প্রায়

আশি হাজার পাউণ্ড। টাভার্নিশার নামে এক পর্যটক একটি আশ্চর্য সুন্দর মুক্তা এক-শ' আশি হাজার পাউণ্ড মূল্যে পারস্যের সম্রাটকে বিক্রয় করেছিলেন। মুক্তা সম্বন্ধে আরও বিস্ময়কর কাহিনীর সন্ধান ইতিহাসে পাওয়া যায়। তাছাড়া ভারতের মুঘল বাদশা সাজাহানের মণিমুক্তার ভাণ্ডারের কথা কে না জানে ?

মুক্তার জন্মকথা—সমুদ্রে ছোট বড় নানা জাতের ঝিলুক পাওয়া যায়। তার মধ্যে এক জাতীয় বড় ঝিলুকের ভিতর মুক্তা জন্মায়। এই ঝিলুকের নাম শুক্তি (Meleagrina)। এটা মোলাস্কা বা শস্যুক পর্বের অন্তর্গত পেলেসাইপোডা (Pelecypoda) শ্রেণীর প্রাণী। ঝিলুকের দেহের দু-পাশে শক্ত খোলস থাকে। সমান দুটি পার্শ্বীয় অংশে বিভক্ত এই খোলসটি ঝিলুকের কোমল দেহটাকে আবৃত করে রাখে। খাদ্য-গ্রহণ করবার সময় মাঝে মাঝে প্রাণীটিকে ঐ শক্ত খোলসটির কিছুটা খুলতে হয়। সে সময় কোন রকমে যদি কোন কঠিন কণা তার ভিতরে ঢুকে যায়, তবে সেটা তার নরম দেহে কাঁটার মত বিঁধতে থাকে। তখন সেই শুক্তি তার দেহ থেকে এক প্রকার রস নির্গত করে এবং কণাটির চতুর্দিকে সেই রসের প্রলেপ দিয়ে কণাটিকে সহনীয় করে নেয়। তারপর শুক্তির দেহের ভিতর কণাটি ক্রমাগত রসের প্রলেপে মোটা হতে থাকে। যখন শুক্তি মারা যায়, তখন তার দেহের শক্ত খোলসটি আপনা থেকেই শিথিল হয়ে যায় এবং তার দেহের ভিতর থেকে শক্ত ডেলাটি বেরিয়ে এসে সমুদ্রতলে পড়ে থাকে। ঐ ডেলাটির রং হয় অদ্ভুত সুন্দর—লাল, নীল, হলদে, সাদা প্রভৃতি ঝকঝকে বঙে সে যেন সূর্যের আলোয় জ্বলতে থাকে। এরাই স্বভাবজ খাঁটি মুক্তা।

কিন্তু এই স্বভাবজ মুক্তার দাম অনেক—সাধারণ মানুষের ক্রয়-সীমার বাইরে। কিন্তু সাধারণ ঘরের মেয়েদেরও ইচ্ছা হয় মুক্তার মালা পরবার। কাজেই প্রয়োজন হলো অপেক্ষাকৃত সস্তাদরের মুক্তার। বাজারে বের হলো নকল মুক্তা। কিন্তু এর মধ্যে কতকগুলি একেবারেই নকল—পুতি অথবা কাচগোলকের উপর নানা প্রকার রঙের প্রলেপ দিয়ে এগুলি তৈরি করা হয়, কিন্তু কিছুদিন বাদেই এর উপরের রং উঠে যায়।

বহুদিনের চেষ্টা ও অধ্যবসায়ের ফলে আর একটি উপায়ে মানুষ কৃত্রিম মুক্তা উৎপাদনে আসল মুক্তার নিকটবর্তী হতে সক্ষম হয়েছে। এই মুক্তার নাম কালচার্ড বা কণ্ঠিত মুক্তা। ডুবুরীরা খুঁজে বের করে সমুদ্রের তলদেশে কোন গোপন স্থানে ঝাঁকে ঝাঁকে শুক্তি বাস করে। তারপর বছরের যে সময় সেই স্থানের সমুদ্র অপেক্ষাকৃত শান্ত থাকে, সে সময়ে বেছে বেছে তারা শুক্তি সংগ্রহ করে আনে এবং শুক্তির মধ্যে একটি সূক্ষ্ম প্রক্রিয়ার সাহায্যে শক্ত কণা ঢুকিয়ে শুক্তিগুলিকে তাদের স্বস্থানে ছেড়ে দেয়। মুক্তা-গবেষকগণ জানেন যে, কতদিনে শুক্তির দেহের রস দিয়ে ঐ কঠিন কণিকাগুলিকে

ঘিরে প্রলেপের পর প্রলেপ জমে তৈরি হবে একটি অগোল ও স্নদৃশ্য মুক্তা। হিসাবমত নির্দিষ্ট সময় পরে শুক্তিগুলিকে তুলে এনে তার ভিতর থেকে বের করে নেওয়া হয় কর্ণিত মুক্তা।

কিন্তু কর্ণিত মুক্তার চাষে বাধা অনেক। সময় সময় টাইফুন নামে যে প্রচণ্ড ঝড় ওঠে, তার প্রবল প্রকোপে সমুদ্র অশান্ত হয়ে ওঠে। অনেক সময় ঝড়ের দাপটে কর্ণণ-করা শুক্তির ঝাঁক নিশ্চিহ্ন হয়ে যায়। কখনো কখনো মড়ক লেগে শুক্তিগুলি মরে যায়। ফলে এই সব ক্ষেত্রে মুক্তা-ব্যবসায়ীদের অনেক ক্ষতি হয়। তাছাড়া সমুদ্রে মুক্তার চাষে ডুবুরীদের প্রাণহানির সম্ভাবনাও থাকে প্রচুর।

এই সকল অসুবিধা দূরীকরণের জগ্গে জাপানী মুক্তা-গবেষকগণ এক নতুন পদ্ধতির উদ্ভাবন করেছেন। কয়েক বছর পূর্বে জাপানের কাশিকোজিমার মুক্তা-গবেষণাগারে গবেষক কুওয়াতালি ও তাঁর সহকর্মীরা আরও সহজে কর্ণিত মুক্তা সৃষ্টি করার এক উপায় উদ্ভাবন করেছেন। তাঁরা বড় বড় কাচের চৌবাচ্চা তৈরি করে তাতে সমুদ্রের জল পূর্ণ করে প্রথমে ঐ চৌবাচ্চায় শুক্তির আহাৰ্য এক প্রকার সামুদ্রিক উদ্ভিদ উৎপন্ন করেন। তারপর সেখানে ছেড়ে দেন এক ঝাঁক শুক্তি। প্রতিদিন চৌবাচ্চায় সমুদ্রের জল বদলে দিতে হয়। তা না হলে শুক্তিগুলি মরে যাবার সম্ভাবনা প্রচুর। ক্যালসিয়াম, অ্যামোনিয়া প্রভৃতি শুক্তির বৃদ্ধির অল্পকূল রাসায়নিক পদার্থ প্রয়োগ করা হয় তাদের সুস্থ সবল ও দীর্ঘায়ু করতে। তারপর উপযুক্ত সময়ে শুক্তির দেহাবরণে অতি সূক্ষ্ম অস্ত্রোপচার করে ঢুকিয়ে দেওয়া হয় একটি কঠিন কণিকা। এই কণিকা তাদের দেহে সর্বদাই অস্থিষ্টি জাগায়। তখন তাদের দেহ থেকে প্রচুর রস নির্গত হয়ে কণিকাটিকে প্রলেপের পর প্রলেপ দিয়ে ঘিরে ফেলতে থাকে। অস্ত্রোপচারের পর শুক্তিগুলিকে আবার চৌবাচ্চার জলে ছেড়ে দেওয়া হয়। তারপর নির্দিষ্ট সময় পরে তাদের তুলে দেহের ভিতর থেকে মুক্তা সংগ্রহ করে নেওয়া হয়।

কর্ণিত মুক্তা ছাপ্রাপ্য স্বভাবজ মুক্তার প্রায় সমকক্ষ। কিন্তু এর দাম স্বভাবজ মুক্তা অপেক্ষা অনেক কম। স্বভাবজ মুক্তার সঙ্গে কর্ণিত মুক্তার তফাৎ শুধু রঙের ঔজ্জল্যে। কারণ, স্বভাবজ মুক্তার ক্ষেত্রে কণিকাটির উপর শুক্তি তার সারাজীবন ধরে রস নিঃসরণ করায় প্রলেপটি হয় অনেক পুরু। কর্ণিত মুক্তায় ঐ প্রলেপ অপেক্ষাকৃত কম পুরু হওয়ায় রঙের বাহারও হয় কম। তবুও মূল্যের দিক দিয়ে সাধারণের নাগালের মধ্যে থাকায় কর্ণিত মুক্তার চাহিদা খুব বেশী।

শ্রীশঙ্করলাল সাহা

লাক্ষার কথা

সভ্যতার বিভিন্ন পর্যায়ে লাক্ষার বিভিন্ন ব্যবহার আজও অনেকেরই অজানা। এই পদার্থটি মানুষের কাজে লেগে আসছে প্রাচীনকাল থেকেই। মহাভারতে পঞ্চ পাণ্ডবদের হত্যা করবার জন্তে দুর্যোধনের যত্নগৃহে অগ্নিসংযোগের পরিকল্পনায় লাক্ষা ব্যবহারের ইঙ্গিত পাওয়া যায়। মোগল দরবারে আসবাবপত্রের পালিশ হিসাবে লাক্ষা ব্যবহারের কথা মোগল যুগের গ্রন্থাবলীতে বর্ণিত হয়েছে। খৃঃ পূঃ 1200 শতকেও আর্থগণ কতৃক ভারতে লাক্ষা ব্যবহারের কথা জানা যায়। ভারতে ইষ্ট-ইণ্ডিয়া কোম্পানীর রাজত্বকালে ইউরোপে লাক্ষার ব্যবহার প্রচলিত হয়। তখন অবশ্য আসবাবপত্রের পালিশ তৈরি করবার জন্তেই প্রধানতঃ লাক্ষা ব্যবহার করা হতো।

লাক্ষার ইতিবৃত্ত থেকে এই পদার্থটি যে কি—অনেকেরই তা জানবার কৌতুহল হওয়া স্বাভাবিক। লাক্ষা হলো একটি কীটজাত রেজিন জাতীয় পদার্থ। এক বিশেষ ধরনের কীটের শরীর থেকে নির্গত রস জমাট বেঁধে লাক্ষার সৃষ্টি হয়। এই কীট-গুলিকে বলা হয় লাক্ষাকীট। ইংরেজীতে এদের বলা হয় *Laccifer lacca*। এই লাক্ষাকীট পলাশ, কুল প্রভৃতি বৃক্ষের নরম শাখায় আশ্রয় গ্রহণ করে এবং এই কীট-জাত রস জমাট বেঁধে বেশ কিছুটা কঠিন লাক্ষায় পরিণত হয়। যে সব বৃক্ষে এই লাক্ষাকীট আশ্রয় গ্রহণ করে, সেই সব বৃক্ষগুলিকে বলা হয় আশ্রয়দাতা বৃক্ষ। অসংখ্য কীট এক জায়গায় একত্রে আশ্রয় নেয় বলেই ভারতীয় শব্দ ‘লাখ’ থেকে লাক্ষা নামের উৎপত্তি। এক পাউণ্ড লাক্ষা তৈরি করবার জন্তে প্রায় 17,000 থেকে 90,000 লাক্ষাকীটের প্রয়োজন।

পৃথিবীতে খুব অল্প কয়েকটি স্থানেই লাক্ষা উৎপন্ন হয়। তার মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো—ভারত, থাইল্যান্ড ও ব্রহ্মদেশ। ভারতের মধ্যপ্রদেশ ও বিহারেই সবচেয়ে বেশী লাক্ষা উৎপন্ন হয়। ভারত হলো পৃথিবীর শ্রেষ্ঠ লাক্ষা উৎপাদন কেন্দ্র।

প্রাকৃতিক লাক্ষাকে আজকাল রাসায়নিক দ্রব্যের সাহায্যে বিভিন্ন পর্যায়ে আনা সম্ভব হয়েছে বলে এর প্রয়োগও হচ্ছে বিভিন্ন শিল্পে; যেমন—গ্রামোফোনের রেকর্ড তৈরির কাজ, চীনা মাটির বাসনপত্র ও খেলবার তাসের মনুষ্যতা সম্পাদন, বিদ্যুৎ-অপরিবাহী পদার্থ নির্মাণ এবং অন্যান্য বহুবিধ কাজে লাক্ষার ব্যবহার হয়ে থাকে।

সুনীল সরকার

উত্তর (পারদর্শিতার পরীক্ষা)

- | | |
|----------|----------------|
| 1. 1:500 | 4. উটপাখী |
| 2. সাপ | 5. নিউক্লিয়াস |
| 3. 200 | |

প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন : 1. বিভিন্ন পাখী বিভিন্ন রঙের হয়ে থাকে—এই রঙের উৎস কি ?

চন্দন বন্দ্যোপাধ্যায়, কামারহাটি

প্রশ্ন : 2. জমির উর্বরতা কিসের উপর নির্ভর করে ?

সন্দীপ হাজরা ও দিলীপ বসু, গোবরডাঙ্গা

উত্তর : 1. বিভিন্ন পরিবেশে বিচিত্র রং ও আকৃতির পাখী আমাদের সকলেরই চোখে পড়ে। পাখীর গায়ের রং সাধারণতঃ তার পালকের রঙের উপরই নির্ভরশীল। পাখাদের পালকে এই রঙের উৎপত্তি নিয়ে বিজ্ঞানীরা অনেক গবেষণা করেছেন এবং অবশেষে এই সিদ্ধান্তে পৌঁচেছেন যে, এই রংগুলির পিছনে সক্রিয় রয়েছে কতকগুলি রাসায়নিক রঞ্জক জব্য। এই রাসায়নিক জব্যগুলির কোনটি পাখীদের দেহের অভ্যন্তরে সৃষ্ট হয়, আবার কোনটি বা পাখীর খাদ্যদ্রব্য থেকে আহৃত হয়।

সাধারণভাবে পাখীর পালকের মধ্যে যে সব রং থাকে, তাদের বলা হয় বাইফ্রোম। এগুলি আবার তিন রকমের—মেলানিন, ক্যারোটিনয়েড ও পরফাইরিন। এদের এক-একটির উপস্থিতিতে পাখীর পালকের রং বিশেষ বিশেষ ধরণের হয়ে থাকে। মেলানিনজাতীয় রঞ্জক জব্যের উপস্থিতিতে পাখীর পালকের রং হয় সাধারণতঃ হালকা হলুদে থেকে বাদামী, ঘন বাদামী ও কালো। ক্যারোটিনয়েডজাতীয় রঞ্জক জব্যের উপস্থিতিতে পাখীর পালকের রং হয় হলুদে, কমলা অথবা লাল। পরফাইরিনজাতীয় রঞ্জক পদার্থের উপস্থিতিতে পালকের রং সবুজ, গোলাপী অথবা উজ্জল লাল রঙের হয়ে থাকে। মেলানিনজাতীয় রঞ্জক পদার্থ অপেক্ষাকৃত দীর্ঘস্থায়ী রঙের সৃষ্টি করে। অনেক সময় পাখীর পালকের রং পরিবর্তন চোখে পড়ে! এর মূলে রয়েছে রঞ্জক পদার্থসমূহের রাসায়নিক পরিবর্তন।

পাখীর পালকে রঙের উৎপত্তি নিয়ে এখনও বিশদভাবে গবেষণা চলছে। আমরা ভবিষ্যতে নিশ্চয়ই এই বিষয়ে আরও অনেক কিছু জানতে পারবো।

উত্তর : 2. জমির উৎপাদন বৃদ্ধির ক্ষমতা প্রধানতঃ জমির উর্বরতার উপর নির্ভর করে। উর্বরতা ছাড়া জমির উৎপাদিকা শক্তি যথোচিত জলসেচন, জলবায়ু ও মাটির নীচে স্থায়ী জলস্তরের গভীরতা ইত্যাদির উপরও নির্ভরশীল।

জমির উর্বরতা বৃদ্ধির জন্তে আমরা সাধারণতঃ সার প্রয়োগ করে থাকি। উদ্ভিদের পুষ্টির জন্তে নাইট্রোজেন, ফস্ফরাস, পটাশিয়াম, ক্যালসিয়াম, জল ইত্যাদি অধিক মাত্রায় ও চুন, লোহা, ম্যাগনেসিয়াম, গন্ধক প্রভৃতি অল্প মাত্রায় প্রয়োজন। এই সমস্ত প্রয়োজনীয়

উপাদান উদ্ভিদকে সারের মাধ্যমে সরবরাহ করা হয়। বর্তমানে প্রাকৃতিক সারের সঙ্গে সঙ্গে রাসায়নিক সার, যথা—নাইট্রোজেন সার, ফস্ফরাস সার, পটাশ সার ও মিশ্র সার ইত্যাদির প্রয়োগও খুব বেড়ে গেছে। প্রাকৃতিক সারের মধ্যে গোবর, পচা পাতা, ছাই ইত্যাদি অগ্রতম। রাসায়নিক সারের প্রয়োগে জমির উর্বরতা আপাতঃ বৃদ্ধি হয় বটে, কিন্তু এই সারের ক্রমাগত ব্যবহারে জমির উৎপাদিকা শক্তি কমে যায়। এই কারণে রাসায়নিক সার খুব সতর্কতার সঙ্গে ব্যবহার করা উচিত। সার প্রয়োগের ফলে শুধুমাত্র যে জমির উর্বরতা বৃদ্ধি পায় তা নয়, এর ফলে শক্ত মাটি নরম হয় আবার বেলে মাটি দৃঢ় সংবদ্ধ হয়।

সার প্রয়োগ জমির উর্বরতা বৃদ্ধির মূল কথা হলেও আরও অনেক আনুষঙ্গিক ব্যাপারের উপর এটা নির্ভর করে। জমিতে আগাছা জন্মালে এরা জমি থেকে খাদ্য গ্রহণ করে, এর ফলে জমি অশুভ্র হয়ে পড়ে। এই কারণে জমি থেকে আগাছা তুলে ফেলা দরকার। উদ্ভিদের বীজ বপনের আগে জমি ভালভাবে কর্ষণ করলে মাটি ঝুরঝুরে হয়ে যায় এবং জল, হাওয়া ইত্যাদি প্রবেশের পথ পায়। এর ফলে শস্যের ফলনও বাড়ে। একই জমিতে পর পর একই শস্যের চাষ করলেও জমির উর্বরতা হ্রাস পায়। বিভিন্ন উদ্ভিদ ধ্বংসকারী কীট-পতঙ্গের প্রভাবে শুধুমাত্র জমির ফসলই নষ্ট হয় না, জমির উর্বরতাও কমে যায়। এই কারণে ওষুধ প্রয়োগে কীট-পতঙ্গের আক্রমণ প্রতিরোধ করা দরকার। এগুলি ছাড়াও জমিতে জল দাঁড়াবার ফলে জমির ক্ষয় হয় ও জমি অশুভ্র হয়ে পড়ে।

ধানের চাষে নাইট্রোজেন খুবই প্রয়োজনীয়। একই জমিতে বার বার ধান চাষ করলে জমিতে নাইট্রোজেনের পরিমাণ হ্রাস পায়। সে ক্ষেত্রে ঐ জমিতে শিমজাতীয় উদ্ভিদ, যথা—ছোলা, কলাই, বরবটি ইত্যাদি চাষ করে জমিতে নাইট্রোজেনের সমতা বজায় রাখা হয়।

মাটির অম্লতা ও ক্ষারত্বের উপর বিভিন্ন ফসলের ফলন নির্ভর করে। যে সব জমির মাটি সামান্য পরিমাণে অম্লধর্মী, সে সব জমিতে ধান, গম, আলু ইত্যাদির ভাল ফলন হয়। আবার সামান্য ক্ষারধর্মী জমিতে টোম্যাটো, বীট ইত্যাদি ভাল জন্মায়। মাটিতে অম্ল অথবা ক্ষারের পরিমাণ বেশী হলে শস্যের ভাল ফলন হয় না। এই কারণে 2-1 বছর অন্তর অম্লাক্তক মাটিতে চুন প্রয়োগ করে ও ক্ষারাক্তক মাটিতে জলসেচ ও গন্ধক ইত্যাদির প্রয়োগের দ্বারা মোটামুটিভাবে মাটিকে নিরপেক্ষ অবস্থায় রাখতে চেষ্টা করা হয়।

শ্রীমানসুন্দর দে *

বিবিধ

পৃথিবীর কক্ষপথে তিনজন সোভিয়েট মহাকাশচারী

মস্কো থেকে রয়টার ও এ. শি. বত্ক প্রচারিত খবরে প্রকাশ—সোভিয়েটের অয়ক্সি মহাকাশ গবেষণাগার আলিউটকে গত 19ই এপ্রিল পৃথিবীর কক্ষপথে পাঠানো হয়। সেদিন থেকেই সেট অবিরাম পৃথিবী প্রদক্ষিণ করে চলছে।

6ই জুন মস্কো থেকে সোভিয়েট সংবাদ প্রতিষ্ঠান টাস জানিয়েছে, আলিউট-এর সঙ্গে মিলিত হবার জন্তে তিন মহাকাশচারী—কর্নেগ দব্রোভলস্কি, ক্লাইট ইঞ্জিনিয়ার তল্কভ এবং টেস্ট ইঞ্জিনিয়ার ভিক্টর পাটাসায়ের—সোয়ুজ-11 মহাকাশযানে চড়ে মহাকাশে পাড়ি দিয়েছেন।

এর আগে সোয়ুজ-10 গত 24শে এপ্রিল আলিউট-এর সঙ্গে মিলিত হয়ে যুক্তভাবে পৃথিবী প্রদক্ষিণ করেছে।

যাত্রার পূর্ব মুহূর্তে চলতি অভিযানের অপিনায়ক দব্রোভলস্কি এক বিবৃতিতে জানিয়েছেন, সোয়ুজ-10-এর তুলনায় তাঁদের কাজ হবে আরও ব্যাপক ও আরও জটিল। পৃথিবীর কক্ষপথে যে যন্ত্রাগারটি প্রতিষ্ঠিত হয়েছে, তাঁরা সেটির সঙ্গে গাঁটছড়া বেঁধে যুক্তভাবে বৈজ্ঞানিক ও প্রযুক্তিবিজ্ঞা সংক্রান্ত পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালাবে এবং সম্পূর্ণ শাফিপূর্ণ উদ্দেশ্য নিয়ে মহাকাশে এই সকল গবেষণা চলবে। সোয়ুজ-10 মহাকাশযান যে কাজ সুরু করেছিল, তাঁর দ্বিতীয় পর্যায় শেষ করবার দায়িত্ব নিয়ে তাঁরা মহাকাশে যাচ্ছেন।

সোয়ুজ-10 যখন মহাকাশে পাড়ি দিয়েছিল, তখন মস্কোর প্রায় সকলেই আশা করেছিলেন, এক বা একাধিক মহাকাশচারী আলিউটে চড়ে বসবেন এবং সেটাই হবে সোভিয়েটের মহাকাশ-

বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিবিজ্ঞার পরম সাফল্য। কিন্তু 48 ঘণ্টার মধ্যে সোয়ুজ-10 পৃথিবীতে প্রত্যাবর্তন করে।

প্রত্যাবর্তনের আগে অবশ্য দুটি মহাকাশ-যান পরস্পরের সঙ্গে গাঁথা অবস্থায় বার করেক পৃথিবী প্রদক্ষিণ করেছিল। কিন্তু মহাকাশচারীরা আলিউটে চড়ে বসবার চেষ্টা করেছেন বলে শোনা যায় নি।

টাস অবশ্য এবারও বলেছে যে, সোয়ুজ-10 যে কাজ আরম্ভ করেছিল, সোয়ুজ-11 তা চালিয়ে যাবে।

আটলান্টিক মহাসাগরে মোতারেন সোভিয়েট বিজ্ঞান অ্যাকাডেমীর তিনখানা জাহাজ সোয়ুজ-11-র গতিবিধির দিকে নজর রাখছে।

পঞ্চবর্তী খবরে প্রকাশ—7ই জুন মস্কো থেকে ঘোষণা করা হয়েছে যে, সোয়ুজ-11-এর আরোহী তিনজন মহাকাশচারী যন্ত্রাগার আলিউটে চড়ে বসেছেন।

গত এপ্রিল মাস থেকে আলিউট টেলিস্কোপ, স্পেকট্রোস্কোপ ও অন্যান্য নানাবিধ বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি নিয়ে পৃথিবী প্রদক্ষিণ করে চলছিল।

সোভিয়েট সংবাদ প্রতিষ্ঠান টাস ঘোষণা করেছে, মহাকাশে বিজ্ঞানী ও প্রযুক্তি-বিদদের নিয়ে একটি গবেষণাগার চালু হলো। মহাকাশ-যানে করে পৃথিবীর কক্ষপথে প্রদক্ষিণরত একটি গবেষণাগারে উঠে বসা এবং সেখানে বসে বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিবিজ্ঞা সংক্রান্ত পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালাবার চেষ্টা এই প্রথমবার সফল হলো।

সোয়ুজ-11-র তিনজন মহাকাশচারীর মৃত্যু

মস্কো থেকে টাস কর্তৃক প্রচারিত সংবাদে প্রকাশ যে, 30শে জুন ভোরে কশ মহাকাশযান

সৌরজ-11-কে পৃথিবীতে নামিয়ে আনলে দেখা যায়—তিন জন মহাকাশচারী দব্রোভলস্কি, ভলকভ ও পাটাসারেভ মারা গিয়েছেন। এঁদের মৃত্যুর কারণ সম্বন্ধে মস্কোর 2রা জুলাইয়ের ধবরে প্রকাশ—পৃথিবীর আবহমণ্ডলে পুনঃপ্রবেশের সময় রক্ত ডেলা বেঁধে রক্ত-চলাচলে ব্যাঘাত সৃষ্টির ফলেই মহাকাশচারীদের মৃত্যু ঘটেছে বলেই স্থানীয় কমিউনিষ্ট মহলের অনুমান।

পৃথিবীর কক্ষপথে সোভিয়েট-যান

বোচাম (পশ্চিম জার্মেনী) থেকে ইউ. পি. আই. কর্তৃক প্রচারিত সংবাদে প্রকাশ—বোচাম মানবন্ধিরের কর্তৃপক্ষ জানিয়েছেন যে, সোভিয়েট ইউনিয়ন 22শে জুন সকালে এক মহাকাশযান কক্ষপথে উৎক্ষেপণ করেছে। সৌরজ মহাকাশ গবেষণা প্রকল্পের সঙ্গে এটি জড়িত। এই মহাকাশযান থেকে যে সঙ্কেত ধ্বনি ধরা পড়েছে তাতে বোঝা যায় যে, যানটি এখন কক্ষপথে পৃথিবী পরিক্রমণ করছে।

অ্যালিউটের গুরুত্বপূর্ণ পরীক্ষা

মস্কো থেকে টাস কর্তৃক প্রচারিত সংবাদে প্রকাশ—সোভিয়েট ইউনিয়নের মহাকাশ গবেষণাগার অ্যালিউটের তিনজন আরোহী 22শে জুন তাঁদের গবেষণাগারটিকে জ্যোতিষবিজ্ঞা-সংক্রান্ত এমন সব গুরুত্বপূর্ণ পরীক্ষা-নিরীক্ষার উদ্দেশ্যে চালিয়ে নিয়ে যান, যাতে নক্ষত্র সম্বন্ধে মানুষের জ্ঞানের তাণ্ডার বৃদ্ধি পাবে।

সৌরজ-11-এর আরোহী তিনজন—জর্জি দব্রোভলস্কি, ভ্লাদিমির ভলকভ ও ভিক্টর পাটাসারেভ—তাঁদের যন্ত্রগুলিকে দুটি নক্ষত্রের দিকে ঘুরিয়ে নক্ষত্র দুটি বে ধরণের আলো সৃষ্টি করে, তাঁর সুন্দর ছবি তোলেন।

একটি নক্ষত্র হচ্ছে আলফা-লিও—আকাশের দ্বিতীয় উজ্জ্বলতম নক্ষত্র, আর একটি অপেক্ষাকৃত ৬ স্বল্পালোক নক্ষত্র—জিটা-উরসা মেজর নক্ষত্র-পুঞ্জের একটি ক্ষুদ্র নক্ষত্র।

মহাকাশে চারাগাছ

মস্কো থেকে সোভিয়েট সংবাদ সংস্থা টাস জানিয়েছে যে, সোভিয়েট টেলিভিশন দর্শকেরা প্রদক্ষিণরত মহাকাশ স্টেশন অ্যালিউটে দুটি চারাগাছ দেখেছেন। চারাগাছ দুটি মহাকাশে তারশূন্য অবস্থায় গজিয়েছে এবং পাতা ধরেছে।

অ্যালিউটের একটি কক্ষে গ্রীনহাউসটি অবস্থিত। একটি পাত্রে ধলের করে বিভিন্ন গাছের বীজ মহাকাশে নিয়ে যাওয়া হয়েছিল।

টাঁদের বয়স

বোচাই থেকে ইউ. এন. আই. কর্তৃক প্রচারিত ধবরে প্রকাশ—গবেষণায় জানা গেছে যে, টাঁদের বয়স 450 কোটি বছরের কাছাকাছি—প্রায় পৃথিবীর বয়সের সমান। বোচাই শহরের একজন বিজ্ঞানী ডক্টর দিনকর পি. খারকার একথা বলেছেন।

ডক্টর খারকার মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের ইয়েল বিশ্ববিদ্যালয়ে টাঁ সম্পর্কে গবেষণা করছেন।

প্রধান সম্পাদক—শ্রীগোপালচন্দ্র ভট্টাচার্য

শ্রীমিহিরকুমার ভট্টাচার্য কর্তৃক পি-23, রাজা রাজকৃষ্ণ স্ট্রিট, কলিকাতা-6 হইতে প্রকাশিত এবং গুপ্ত-প্রণ
37/7 বেনিরাটোলা লেন, কলিকাতা হইতে প্রকাশক কর্তৃক মুদ্রিত।



বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের অয়োজিত প্রাক্তি-বার্ষিকী অধুষ্ঠানে বিজ্ঞান পরিষদের সভাপতি অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ বসু (বাম দিক হইতে), অধুষ্ঠানের সভাপতি কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের উপাচার্য অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ সেন, প্রধান অতিথি বিজ্ঞান ও শিল্প পবেষণা পর্ষদের প্রধান অধিকর্তা ডক্টর আত্মা রাম এবং বিশিষ্ট অতিথি কলিকাতাস্থিত বাংলাদেশ ইন্টেলেকুয়াল মিশনের প্রধান জনাব এম. হোসেন আলি।

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

চতুর্বিংশ বর্ষ

অগাষ্ট, 1971

অষ্টম সংখ্যা

নিবেদন

গত 28 জুলাই, 1971 পরিষদের নিজস্ব ভবনের বক্তৃতা-কক্ষে এক মনোমরম পরিবেশে বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের ত্রয়োবিংশতিতম প্রতিষ্ঠা-দিবসের অমুষ্ঠান উদ্‌ঘাটিত হইয়াছে। এই অমুষ্ঠানের বিশদ বিবরণাদি পত্রিকার বর্তমান সংখ্যার অন্তর্ভুক্ত প্রকাশিত হইয়াছে। উক্ত অমুষ্ঠানে বিশিষ্ট বিজ্ঞানী, শিক্ষাবিদ ও বিদ্যোৎসাহী ব্যক্তিগণের উপস্থিতি আমাদের বিশেষভাবে অমুপ্রাপিত করিয়াছে। এই উপলক্ষে তাঁহাদের প্রতি আমাদের আন্তরিক প্রদা ও কৃতজ্ঞতা জ্ঞাপন করিতেছি।

বর্তমানে বিজ্ঞান-শিক্ষার সর্বস্তরে মাতৃভাষাকে মাধ্যম হিসাবে ব্যবহার করিবার চেষ্টা দ্রুত গতিতে অগ্রসর হইতেছে। ইহাতে বিজ্ঞান পরিষদের মাতৃভাষার মাধ্যমে বিজ্ঞান শিক্ষাদানের বহুল প্রচারিত নীতিরই বৈজ্ঞানিকতা প্রমাণিত হইয়াছে এবং নিঃসন্দেহে বলা যাইতে পারে যে, ইহা পরিষদের পবিত্র নীতিসমূহের সার্বিক রূপায়ণে অবিচল

নিষ্ঠা ও দৃঢ় প্রতীতির সহিত অগ্রসর হইবার প্রেরণা যোগাইবে।

পরিষদের আদর্শ ও উদ্দেশ্য এবং গত বৎসরের কার্যবিবরণী বর্তমান সংখ্যার 'কর্মসচিবের নিবেদনে' বিবৃত হইয়াছে।

মাতৃভাষার মাধ্যমে বিজ্ঞানবিষয়ক তথ্যাদি পরিবেশনে বিজ্ঞান পরিষদ যে ঐকান্তিক নিষ্ঠার সহিত যথাসাধ্য কাজ করিয়া যাইতেছে—এই কথা সকলেই অবগত আছেন, তথাপি প্রতি বৎসরই পরিষদের উদ্দেশ্য এবং কর্মসচিবের বিবরণ জনসাধারণকে স্মরণ করাইয়া দেওয়া কর্তব্য বলিয়া মনে করি।

এই উপলক্ষে পরিষদের উদ্দেশ্য সর্বপ্রকারে সাক্ষ্যমণ্ডিত করিয়া তুলিবার জন্ত আমরা ইহার তবিশিষ্ট কর্মসূচীতে সর্বস্তরের জনগণের সহযোগিতা ও আত্মকৃত্য কামনা করিতেছি।

আর্থভট, কোপার্নিকাস ও গ্যালিলিও

প্রিয়দারজুন রায়

জ্যোতির্বিজ্ঞানের তিনজন অগ্রণী মহারথীর অবদানের বর্ণনা বর্তমান প্রবন্ধের আলোচ্য বিষয়। প্রাচীন ভারতীয় জ্যোতির্বিদ্বৃ আর্থভট হলেন এঁদের মধ্যে পূর্ববর্তী। পোলাওদেশীয় জ্যোতির্বিজ্ঞানী কোপার্নিকাস এবং বিশ্ববিখ্যাত ইটালিয়ান জ্যোতির্বিজ্ঞানী গ্যালিলিও যথাক্রমে তাঁর হাজার ও বার-শ' বছরের পরবর্তী। অথচ এই তিনজনকেই জ্যোতির্বিজ্ঞানের পুরোধা ও প্রতিষ্ঠাতা বললে বিশেষ অত্যাুক্তি হয় না। এই প্রসঙ্গে গ্রীক জ্যোতির্বিজ্ঞানী হিপার্কাস (খৃঃ পূঃ দ্বিতীয় শতাব্দী) এবং টলেমীর (খৃষ্টীয় দ্বিতীয় শতাব্দী) অবদানও বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

পাটলিপুত্র নগরের নিকটস্থ কুম্ভমপুরে খৃষ্টীয় পঞ্চম শতকে আর্থভটের জন্ম ও কার্যকাল নির্ধারিত। মাত্র 23 বছর বয়সে (499 খৃষ্টাব্দে) তিনি তাঁর বিখ্যাত গ্রন্থ 'আর্থভটীয়' রচনা করেন। তাঁরই অনুপ্রেরণায় ও পরিচালনায় পাটলিপুত্র নগরে ঐ সময়ে জ্যোতির্বিজ্ঞান এবং গণিতশাস্ত্রের একটি শিক্ষা প্রতিষ্ঠান এবং গোষ্ঠী গড়ে ওঠে। জ্যোতির্বিজ্ঞানে তাঁর বিশিষ্ট অবদানের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হচ্ছে :

1. সূর্যের চারিদিকে পৃথিবীর আবর্তনের ধারণা

আর্থভটীয় গ্রন্থে গতিশীল বস্তুমাত্রেরই আপেক্ষিক গতির ধারণা দেখতে পাই।

অনুলোমগতির্নোহঃ পত্ন্যচলং বিলোমগং যদ্বৎ ।
অচলানি ভানি তদ্বৎ সমপশ্চিমগানি লঙ্কারাম্ ॥

অর্থাৎ, পূর্বদিকে গতিযুক্ত নৌকার আসীন ব্যক্তি নদীর উত্তর পার্শ্বস্থ তটবর্তী অচল বস্তুাদি

যেমন পশ্চিমগামী দেখেন, তেমনই লঙ্কাতে অচল নক্ষত্রসমূহকে সমবেগে পশ্চিম দিকে ধাবমান দেখা যায়।

এই বৈজ্ঞানিক তথ্যকে তিস্তি করেই তিনি সূর্যকে কেন্দ্র করে পৃথিবীর আবর্তনের গতি সিদ্ধান্ত করেন। তথাপি তিনি তাঁর আর্থভটীয় গ্রন্থের ব্যবহার্য গণনার পৃথিবীকেন্দ্রিক সূর্যের গতির ধারণা অব্যাহত রেখেছেন। এথেকে মনে হয় যে, উভয় ক্ষেত্রেই গতির আপেক্ষিকতা-হেতু গণনার কোন ব্যতিক্রম ঘটে না—সম্ভবতঃ এই তাঁর ধারণা ছিল। দ্বিতীয় তাস্করাচার্য এই কথাটি তাঁর 'সিদ্ধান্ত নিরোমণি' গ্রন্থে পরিষ্কৃতাভাবে প্রকাশ করেন। এই প্রসঙ্গে বলা যায় যে, আইনস্টাইন প্রবর্তিত বিশেষ আপেক্ষিকতা তত্ত্বের (Special relativity theory) অনুর আর্থভট ও তাস্করাচার্যের ধারণার মধ্যে প্রচ্ছন্ন রয়েছে। গ্রীক দার্শনিক হীরাঙ্ক্লিদিজ খৃষ্টপূর্ব চতুর্থ শতাব্দীতে পৃথিবীর অক্ষের উপরে তার দৈনিক আবর্তনের কথা লিখে গেছেন এক প্রকার করুণা থেকে। হীরাঙ্ক্লিদিজের কিছু পরে খৃষ্টপূর্ব তৃতীয় শতাব্দীতে অ্যারিস্টার্কাস অব স্যামোস সর্বপ্রথম সূর্যকেন্দ্রিক পৃথিবীর আবর্তনের কথা ঘোষণা করেন। পৃথিবীর অক্ষের উপরে দৈনিক আবর্তন—তাঁর এই পরিকল্পনার বিশেষত্ব ছিল। এসব মতামত বেশীর ভাগই কার্যনিহিত, স্মৃত্যুগত এদের সঠিক মূল্যায়ন করা যায় না। আর্থভটের বহু শতাব্দী পরে জ্যোতির্বিজ্ঞানী কোপার্নিকাস (1473-1543) সূর্যকেন্দ্রিক পৃথিবী এবং অন্তান্ত গ্রন্থের আবর্তনের সিদ্ধান্ত প্রচার করেছেন বিশিষ্ট তথ্যের উপরে নির্ভর করে এবং আপেক্ষিক

গতির ধারণা থেকে। কিন্তু তাঁর গ্রন্থের মূখ্যবস্তু লিখেছেন, কোন নিগূঢ় কারণে (সম্ভবতঃ তৎ-কালীন ধর্মযাজকদের অসন্তোষের আশঙ্কায়) ধারণাটিকে বাস্তব সত্য বলে বিশ্বাস করতে পারেন নি।

২. পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ শক্তি

ভারতীয় জ্যোতির্বিদগণের মধ্যে আর্ঘভট, ব্রহ্মগুপ্ত এবং ভাষ্করাচার্য বিভিন্ন প্রকারের গতির বর্ণনা ও তাদের কারণ নির্দেশ করতে গিয়ে পতনশীল বস্তুর গতি পৃথিবীর আকর্ষণজনিত এবং সেই গতি ইচ্ছাশক্তির সাহায্যে প্রতিরোধ করা সম্ভব বলে উল্লেখ করেছেন। দৃষ্টান্তস্বরূপ বলা হয়েছে যে, পতনশীল বস্তুকে হাত দিয়ে ধরে রাখা যায়, কিংবা কোন আশ্রয় বা অবলম্বনের সাহায্যে তার পতন নিবারণ করা চলে। গ্রীক জ্যোতির্বিদ টলেমীর বহু পূর্বে মাধ্যাকর্ষণ ও মহাকর্ষণ শক্তির অস্তিত্ব সম্বন্ধে আভাস দিয়ে গেছেন। গ্রহগণের যুগ্মবৃত্তাকারে (Epicycle) আবর্তনের কল্পনার বোঝা যায় যে, আর্ঘভট মহাকর্ষণ শক্তি সম্বন্ধেও অবহিত ছিলেন।

আর্ঘভটকে ভারতীয় জ্যোতির্বিজ্ঞানের পথিকৃৎ ও প্রতিষ্ঠাতা বললে অত্যাুক্তি হয় না। তাঁর গ্রন্থে পূর্ববর্তী বা ভিন্ন দেশীয় কোন জ্যোতির্বিদের সিদ্ধান্তের স্বপ্নের লক্ষণ আমরা দেখতে পাই না। ভারতীয় জ্যোতির্বিজ্ঞানে আর্ঘভটের স্থান গ্রীক জ্যোতির্বিজ্ঞানে টলেমীর স্থানের সঙ্গে তুলনা করা চলে। পরবর্তী কালের ভারতীয় জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা শুধু আর্ঘভটের সিদ্ধান্তসমূহকেই সংশোধিত করেছেন বলা চলে। এঁদের রচনার মধ্যে বিশেষ কোন মৌলিক চিন্তার পরিচয় পাওয়া যায় না। গণিতশাস্ত্রেও আর্ঘভটের অবদান অতুলনীয় বলা চলে। একেত্রেও তাঁকে পথিকৃৎ হিসেবে গণ্য করা যায়।

কোপার্নিকাস (1473-1543)

মিকোলা কোপার্নিক, ল্যাটিন নিকোলাস, কোপার্নিকাস পোলাণ্ডের পোমেরানিয়া প্রদেশের অন্তর্গত ভিশ্চুলার তীরবর্তী ধর্ম নামক স্থানে 1473 খ্রিষ্টাব্দের 19শে ফেব্রুয়ারী এক সম্ভ্রান্ত ধনীবাংশে জন্ম গ্রহণ করেন। শৈশব থেকেই তাঁর জ্যোতিষ ও



কোপার্নিকাস

গণিতে গভীর অধুসার ছিল। তিনি ইটালিতে বিজ্ঞানশিক্ষা করেন। তাঁর মতবাদের একটি সংক্ষিপ্ত সার 'Commentariolus' প্রথম প্রকাশিত হয় 1529 খ্রিষ্টাব্দে এবং মূল ও সম্পূর্ণ গ্রন্থটি প্রকাশিত হয় তাঁর মৃত্যুর অব্যবহিত পূর্বে 1543 খ্রিষ্টাব্দে।

সম্প্রতি পোলাণ্ড দেশীয় জ্যোতির্বিজ্ঞানী কোপার্নিকাসের পঞ্চম জন্ম-শতবার্ষিকী উৎসবের আয়োজন চলেছে। তিনি প্রথমে স্বর্বেকেন্দ্রিক পৃথিবী এবং অত্যান্ত গ্রহের আবর্তনের ধারণাকে তিস্তি করে জ্যোতির্বিজ্ঞানের বাবতীয় গণনা করে গেছেন। এর কলে গ্রহগণের অতিকেন্দ্রিক বিবম গতির এক সন্তোষজনক সমাধান পাওয়া যায়।

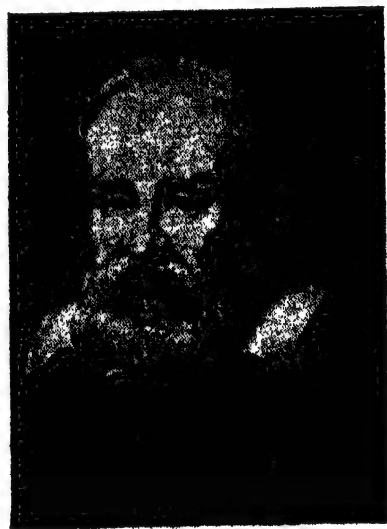
পরবর্তীকালে কেপ্‌লারের গ্রহগণের উপ-
বৃত্তাকার পথে আবর্তনের সিদ্ধান্তের সাহায্যে
এই গণনা আরও সুস্বভাবে নির্ধারিত হয়।
কোপার্নিকাস আর্বিভটের মত গতিশক্তির
আপেক্ষিকতা তথ্যের উপর ভিত্তি করেই জ্যোতিষ্ক-
গণের সূর্যকেন্দ্রিক আবর্তনের ধারণা করেন।
আর্বিভট তাঁর গণনার পৃথিবীকেন্দ্রিক ধারণাই
বলবৎ রেখেছিলেন। কিন্তু কোপার্নিকাস সূর্য-
কেন্দ্রিক সিদ্ধান্তকে অবলম্বন করেই তাঁর বাবতীয়
গণনা করার অধিকতর নির্ভরযোগ্য ও সন্তোষ-
জনক ফলাফল লাভ করেছিলেন। এখানে
কোপার্নিকাসের অবদান অধিকতর মূল্যবান বলে
স্বীকার করতে হয়। এই কারণেই তাঁকে আধুনিক
জ্যোতির্বিজ্ঞানের জন্মদাতা বললে অত্যাুক্তি হয়
না। সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর আবর্তনের ধারণার
ফলে কোপার্নিকাস অরনচলনের প্রকৃত কারণ
নির্দেশ করতে সক্ষম হয়েছিলেন। তিনি বিভিন্ন
গ্রহ, উপগ্রহ ও চন্দ্রের সম্বন্ধে সূর্যকেন্দ্রিক ধারণার
ভিত্তিতে অনেক আলোচনা করেন। পূর্ববর্তী
জ্যোতির্বিদদের সিদ্ধান্ত থেকে তাঁর সিদ্ধান্তের
অনেক উৎকর্ষের প্রমাণ পাওয়া যায়। কোপার্নি-
কাসের মতবাদে পৃথিবী নিজের অক্ষের উপরে
ঘূর্ণায়মান এবং একদিনে একটি আবর্তন সম্পূর্ণ
করে ও পৃথিবীর চারদিকে চন্দ্র বৃত্তাকার পথে
আবর্তনরত। চন্দ্রসমেত নিজের অক্ষের উপরে
আবর্তনশীল পৃথিবী যে সূর্যের চারদিকে আবর্তন-
রত—কোপার্নিকাসের এই মতবাদের সত্যতা
পরবর্তী কালে গ্যালিলিও দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে
প্রমাণ করেন। পর্ববেক্ষণের ফলে মহাকাশে শুক্র-
গ্রহে চন্দ্রের মত কলার অস্তিত্ব আবিষ্কার করেই
তিনি এই সত্যতা সমর্থন করেছিলেন। পৃথিবী-
কেন্দ্রিক সূর্য ও গ্রহগণের আবর্তনের মতবাদে
শুক্রগ্রহের এরূপ পরিপূর্ণ কলার অস্তিত্ব সম্ভব
হয় না।

তা সত্ত্বেও কোপার্নিকাসের মতবাদের সঙ্গে

অনেক নতুন আবিষ্কৃত তথ্যের অমিল দেখা
যায়। এর মধ্যে বিশেষ উল্লেখযোগ্য, কেপ্‌লার
কর্তৃক মহাকাশে গ্রহগণের গতি নির্ধারণ।
কোপার্নিকাসের গ্রহগণের বৃত্তাকার বা সুবৃত্তাকার
আবর্তনের পরিবর্তে তাদের উপবৃত্তাকার পথে
আবর্তনের মতবাদ প্রতিষ্ঠা করে কেপ্‌লারের
সংশোধন করেন এবং নিউটন দেখালেন যে,
গ্রহগণের উপবৃত্তাকার পথে আবর্তনের কারণ,
গ্রহদের পারস্পরিক আকর্ষণ (মহাকর্ষণ) শক্তি।

গ্যালিলিও (1564-1642)

1564 খৃষ্টাব্দের 15ই ফেব্রুয়ারী পিসায়
গ্যালিলিও গ্যালিলি এক সম্ভ্রান্ত বংশে জন্মগ্রহণ
করেন। তিনি গণিতশাস্ত্র এবং জ্যোতির্বিজ্ঞানে



গ্যালিলিও

বিশেষ ব্যুৎপত্তি লাভ করেছিলেন। মাত্র 25
বছর বয়সেই তিনি পিসা বিশ্ববিদ্যালয়ের
অধ্যাপকের পদে নিযুক্ত হন।

তিনি কোপার্নিকাসের সূর্যকেন্দ্রিক গ্রহগণের
আবর্তনের পরিকল্পনাকে দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে
মহাকাশ পর্যবেক্ষণ করে সুদৃঢ় ভিত্তিতে প্রতিষ্ঠা
করেন।

উন্নত ধরনের দূরবীক্ষণ যন্ত্র-নির্মাণ ও মহাকাশ পর্যবেক্ষণে তার প্ররোগ জ্যোতির্বিজ্ঞানে গ্যালিলিওর একটি অক্ষর অবদান। পদার্থবিজ্ঞায় তাঁর বহু উচ্চাঙ্গের আবিষ্কার বিজ্ঞানের ভাণ্ডারে অপূর্ব সম্পদ হিসাবে চিরকাল অক্ষর থাকবে।

জ্যোতির্বিজ্ঞানে তাঁর অন্তর্বিধ বিশেষ অবদান হচ্ছে, বৃহস্পতির চারটি উপগ্রহের আবিষ্কার, কৃত্তিকা নক্ষত্রপুঞ্জের মধ্যে 36টি নক্ষত্রের পর্যবেক্ষণ, ছায়াপথে অসংখ্য নক্ষত্রের অস্তিত্বের প্রমাণ,

যুগ্ম নক্ষত্রের আবিষ্কার, চন্দ্রের কলঙ্কের কারণ আবিষ্কার, সূর্যপৃষ্ঠে সৌরকলঙ্কের অবস্থিতি সম্পর্কে সুস্পষ্ট নির্দেশ ইত্যাদি।

কোপারনিকাসের প্রবর্তিত সূর্যকেন্দ্রিক গ্রহগণের আবর্তনের মতবাদ সমর্থনের জন্তে 1633 খৃষ্টাব্দে ধর্মযাজকদের বিচারালয়ে তাঁকে অভিযুক্ত করা হয় এবং তিনি কারাদণ্ডে দণ্ডিত হন। স্বাধীনভাবে জ্ঞান সাধনার জন্তে গ্যালিলিওর আত্মদান বিজ্ঞানের ইতিহাসে একটি অবিস্মরণীয় ঘটনা।

জরা

ত্রীদেবব্রত নাগ*

‘জন্মিলে মরিতে হইবে’—একথা স্বতঃস্ফীকার্য। জন্ম থেকে ক্রমশঃ বয়োবৃদ্ধি এবং পরিণামে মৃত্যু—এই ঘটনাকে একটি একমুখী প্রাকৃতিক প্রক্রিয়া বলা যায়। কিন্তু আজকাল মানুষ এই একমুখী প্রক্রিয়ার গতিরোধ করে চির-যৌবন লাভের কামনা পোষণ করে আসছে এবং হাজার হাজার বছর ধরে এই রহস্যের অহুসঙ্কান মানুষকে অনেক নতুন তথ্য যুগিয়েছে সন্দেহ নেই। বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখায়, যেমন—আণবিক জীববিজ্ঞা, প্রাণ-রসায়নবিজ্ঞা এবং শারীরবিজ্ঞায় যে সব পরীক্ষা-নিরীক্ষা হয়েছে, তা চিরযৌবন লাভের রহস্য সন্ধানে অনেক নতুন পথের নিশানা দেবে।

জরা ও দেহভিত্তিক পরিবর্তন

জন্মগ্রহণ করার পর প্রাণীরা বৃদ্ধি এবং ক্ষয়—এই দুটি বিপরীত প্রণালীর মধ্য দিয়ে চলতে থাকে। মানুষের ক্ষেত্রে সাধারণতঃ 25 বছর বয়স পর্যন্ত বিভিন্ন দেহগ্রহি ক্রমশঃ পরিণতি লাভ করতে থাকে। সে সময় কর্মক্ষমতাও

বৃদ্ধি পায়। তারপর 35 বছর বয়সে বৃদ্ধি এবং কর্মক্ষমতা উভয়ই স্থিতিশীল হয়ে যায়। এরপর বিভিন্ন দেহগ্রহির প্রাণশক্তি এবং কর্মক্ষমতা হ্রাস পেতে থাকে। ইদানীং আরও কিছু নতুন তথ্য পাওয়া গেছে। কোন কোন বৈজ্ঞানিকের ধারণা, 28 বছর বয়সে বৃদ্ধি এবং কর্মক্ষমতা উভয়ই স্থিতিশীল হয়ে যায় এবং তারপরই ক্ষয় শুরু হতে থাকে। বয়সের সীমায়েখা যাই হোক না কেন, এটা জানা গেছে যে, বয়োবৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে হৃৎপিণ্ডের রক্ত-সঞ্চালন ক্ষমতা, স্নায়ুশব্দের পরিপ্রাণ ক্ষমতা, বিভিন্ন পেশীর কর্মক্ষমতা এবং দেহের আরও অন্যান্য সাম্যবাহার ক্রমশঃ ব্যাঘাত ঘটতে থাকে। দেহের বিভিন্ন গ্রহির বৃদ্ধি এবং কার্যক্ষমতাও বিভিন্ন সময়ে কমে যেতে শুরু করে। কেবল তাই নয়, দেহের জীবাণুপ্রতিরোধ এবং ক্রিয়িত অবস্থা থেকে আরোগ্য লাভ করার ক্ষমতাও বয়োবৃদ্ধির সঙ্গে কমে যেতে থাকে। দেহের

* চারুচন্দ্র কলেক, কলিকাতা

সমস্ত ক্রমতা লোপ পেলো মৃত্যু অবধারিত; অর্থাৎ যে কোন দেহরোগের আরোগ্যলাভ অসম্ভব হলে তবেই মৃত্যু হয়। অপঘাত মৃত্যু বাদ দিলে সমস্ত প্রাণীর জন্ম থেকে মৃত্যুর বিভিন্ন ধাপগুলি প্রায় একই ধারায় অতিক্রান্ত হয়। জরার দেহভিত্তিক নানা রকম ব্যাধ্যা হয়েছে। সাধারণভাবে জরা (Aging) হলো এমন একটি জৈবিক প্রণালী, বা প্রাণীদের রোগাক্রান্ত হবার প্রবণতা ক্রমশঃ বৃদ্ধি করে।

জরাসংক্রান্ত গবেষণা

জরা সংক্রান্ত গবেষণাকে মূলতঃ তিনটি ভাগে আলোচনা করা চলে।

1. জৈবিক অর্থাৎ জরার আণবিক, প্রাণ-রাসায়নিক এবং দেহভিত্তিক পরিচয়গুলি সঠিকভাবে অহুসস্থান করা এবং যে যে প্রণালীর সাহায্যে জরা প্রতিরোধ করা যায়, তা ভাল ভাবে জানা।

2. রোগ সম্পর্কিত অর্থাৎ বৃদ্ধকালে রোগাক্রমণের কারণ এবং আরোগ্য লাভের উপায় সম্পর্কে অহুসস্থান করা।

3. সমাজ এবং মনস্তত্ত্ব সম্পর্কিত অর্থাৎ অবসরপ্রাপ্ত এবং বৃদ্ধ লোকদের নানান সমস্যা জানা এবং কিভাবে তাদের সমাজের কাজে লাগানো যায়, তা পরীক্ষা করে দেখা।

জরা রোধের যে কোন প্রচেষ্টার ক্ষরতেই কয়েকটি প্রশ্নের আলোচনা করা প্রয়োজন বলে মনে হয়। প্রথমটি হলো, কোন বিশেষ কারণে বা কিসের প্রভাবে জরার ক্ষরপাত? দ্বিতীয়টি হলো প্রাণীর জীবনকাল কি কি বিশেষ কারণের উপর নির্ভরশীল? তৃতীয়টি হলো, একই এবং বিভিন্ন প্রাণীর জীবনকালে তারতম্য হবার সূচক কারণ কি?

প্রাণ-রাসায়নিক পর্ববেক্ষণ

জরাসংক্রান্ত বহুমুখী গবেষণা সত্ত্বেও এর সর্বজনগ্রাহ্য কোন কারণ খুঁজে পাওয়া এখনও সম্ভব হয় নি। দেখা গেছে—হৃৎপিণ্ড, মস্তিষ্ক এবং কেরাটি যে সকল কোষ দিয়ে গঠিত, তাদের বিভাজন একটি নির্দিষ্ট বয়সীমা পর্যন্ত ঘটে এবং তারপর বন্ধ হয়ে যায়। তাই Szilard-এর (1959) মতে, জরা হলো Post-mitotic কোষের ক্রোমোজোমের জিনের (Gene) পরিবর্তন।

এরপর জৈবরসায়নবিদ Curtis (1961) পরীক্ষাগারে ইঁদুরের উপর রঞ্জনরশ্মি কেলে দেখতে পেলেন, ইঁদুরের সাধারণ আয়ু রঞ্জনরশ্মির প্রভাবে কমে যায়, এমন কি—মস্তিষ্ক, হৃৎপিণ্ড প্রভৃতি গ্রন্থিগুলির কোষের ক্রোমোজোমের নানা রকম পরিবর্তন ঘটে। রঞ্জনরশ্মির পরিমাণ আরও বাড়ালে ইঁদুরের আয়ু আরও কমেতে দেখা গেছে। যদিও বিভিন্ন রাসায়নিক পরিবর্তক (Chemical mutagens), বা ক্রোমোজোমকে ক্ষতিগ্রস্ত করতে পারে, তা ব্যবহার করে পরিবর্তকের পরিমাণের অল্পপাতে আয়ু কমেতে দেখা যায় নি। এর সঠিক ব্যাখ্যা দেওয়া সম্ভব হয় নি।

Hyflick (1961) দেখতে পান যে, মাছবের Diploid embryonic কোষগুলি পরীক্ষা-নলে উপযুক্ত পরিবেশে জন্মাবার (Culture) ব্যবস্থা করলে 50 ± 10 Generation পর্যন্ত বিভাজন হবার পর সেগুলি ধ্বংস হয়ে যায়। সুতরাং কোষের একটি নির্দিষ্ট আয়ুকাল আছে। এর কারণ মনে হয়, ক্রমাগত পরিব্যক্তি (Mutation) ঘটবার ফলে ক্রোমোজোমের বিভাজন ক্ষমতা লোপ পায়।

জিনের পরিব্যক্তি সম্পর্কিত বিভিন্ন পরীক্ষা থেকে এখনও জানা যায় নি—কিসের প্রভাবে এই পরিব্যক্তি ঘটে এবং কিভাবে প্রতিটি প্রাণীর জীবনকাল স্থিরীকৃত হয়। Orgel-এর (1963) মতে, প্রোটিনকে

ছ-ভাগে ভাগ করা যায়। প্রথমটি হলো, যে সব প্রোটিন কোষ গঠনে (যেমন—কোলাজেন, কেরাটিন ইত্যাদি) এবং পাচন-প্রক্রিয়ার (যেমন—জৈব অম্লঘটক) অংশ গ্রহণ করে। আর দ্বিতীয়টি হলো, যে সব প্রোটিন অল্প প্রোটিন সংশ্লেষণে অংশ গ্রহণ করে; যেমন—RNA-পলিমারেজ, অ্যামিনো অ্যামাইল পরিবাহক RNA-সিঙ্কেটেজ ইত্যাদি। যদি প্রথম প্রকৃতির প্রোটিনে কোন রকম ক্রটি দেখা দেয়, যেমন—কোন একটি জৈব অম্লঘটকের একটি অ্যামিনো অ্যাসিড বদলে গেলে জৈব অম্লঘটকটির সক্রিয়তা আংশিক বা পুরাটাই নষ্ট হয়ে যায়। যদিও এই ক্রটি কখনও কখনও সংশোধন করে দেওয়া যায়। সামান্য ক্রটিযুক্ত প্রোটিন বা জন্মাত্মক প্রোটিনের পরিমাণ খুব সামান্য থাকায় ঐ প্রোটিনের ধ্বংসাত্মক প্রতিক্রিয়াগুলি খুব সামান্যই হবার কথা। যদিও দ্বিতীয় প্রকৃতির প্রোটিন যেমন একটি জন্মাত্মক RNA-পলিমারেজ কোষে দেখা দিলে সেটি বহু সংখ্যক জন্মাত্মক পরিবাহক-RNA এবং জন্মাত্মক Ribosomal-RNA তৈরি করবে। আবার ঐ জন্মাত্মক RNA-গুলি প্রোটিন সংশ্লেষণে অংশ গ্রহণ করে বহু সংখ্যক জন্মাত্মক প্রোটিন এবং জন্মাত্মক জৈব অম্লঘটক তৈরি করবে; অর্থাৎ ক্রটির পরিমাণ কোষের বিভিন্ন খাতে বেড়েই যাবে, বতঞ্চন না কোষের সমস্ত ক্রটিযুক্ত পদার্থগুলি থেকে জন্মাত্মক পদার্থগুলি বেগী হয়। এর ফলে কোষের জীবনকাল এবং সক্রিয়তা ক্রমশঃ লোপ পেয়ে কোন এক সময় পুরাপুরি শেষ হয়ে যায়।

Holliday (1968) উপরিউক্ত অল্পমানের উপযুক্ত তথ্য দিতে সক্ষম হলেন। সাধারণ অ্যামিনো অ্যাসিড ব্যবহার না করে কয়েকটি সমজাতীয় অ্যামিনো অ্যাসিডের উপস্থিতিতে *Podospora* নামক উদ্ভিদটিকে বাড়তে দিলেন।

দেখা গেল ঐ অবস্থায় *Podospora*-র জীবনকাল সাধারণ অবস্থা থেকে অনেক কমে গেছে। এমন কি, পুরনো *Podospora* আক্রান্ত *Podospora*-র সঙ্গে জন্মাতে দিলে সাধারণ অবস্থা থেকে আরও দ্রুত প্রথমটির মৃত্যু ঘটে। এই ধরনের পরীক্ষা অ্যামিবার ক্ষেত্রেও করে দেখা গেছে। এই পরীক্ষা থেকে মনে হয় আক্রান্ত কোষের সাইটোপ্লাজমে হয়তো এমন কোন জন্মাত্মক প্রোটিন আছে, বা সাধারণ উদ্ভিদকে ধ্বংস করে দিতে পারে।

সুইস বিজ্ঞানী Verzar কোলাজেন নামক অধিক আণবিক ওজনসম্পন্ন প্রোটিনের উপর কাজ করে দেখালেন যে, কোলাজেন প্রোটিন অণুগুলির মধ্যে সংযোগ বন্ধনী বয়োবৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে বাড়তে থাকে। বিভিন্ন কোষের মধ্যকার কাঁকা স্থানে ঐ প্রোটিনগুলি জমতে থাকে। ফলে কোষের প্রয়োজনীয় আহার কোষাতন্ত্রের সহজে সরবরাহ হতে পারে না। ঐ কারণে বয়োবৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে কোষের পুষ্টির অভাব দেখা দেয়। Verzar-এর মতে, কোষের মৃত্যু ঘটে অনাহারে।

এছাড়াও Harman, Burnet প্রমুখ বিজ্ঞানীরা আরও বিভিন্ন দৃষ্টিকোণ থেকে জরার কারণ বিশ্লেষণ করার চেষ্টা করেছেন। ইদানীং যদিও জরার কারণ হিসাবে প্রজনন-সঙ্কেত জিনের উপরই বেশী গুরুত্ব আরোপ করা হয়েছে।

জরা এবং প্রজনন-সঙ্কেত জিনের সম্পর্ক

ভারতীয় বিজ্ঞানী M. S. Kanungo-এর (1969) মতে, বয়োবৃদ্ধির সঙ্গে জিনের পরিবর্তন হয়ে থাকে। জিনে ক্রটি বা পরিবর্তন দেখা দিলে নতুন প্রোটিন বা জন্মাত্মক প্রোটিনের সৃষ্টি হতে পারে। তিনি দেখিয়েছেন, বয়োবৃদ্ধির সঙ্গে ইঁহরের বিভিন্ন গ্রন্থির কোষে অবস্থিত কিছু কিছু জৈব অম্লঘটকের সক্রিয়তা বিভিন্ন হারে বাড়়ে বা কমে।

পরীকার উপাদান হিসাবে ল্যাক্টিক ডিহাইড্রোজিনেজ বা সংক্ষেপে LDH নামক জৈব অম্লঘটকটিকে তিনি বেছে নিয়েছেন। এর কারণ হলো—

1. LDH-এর আণবিক গঠন-প্রকৃতি এবং এর সংশ্লেষণে অংশ গ্রহণকারী প্রজনন-সংকেত মোটামুটি জানা গেছে।

2. শর্করাজাতীয় পদার্থ থেকে পেশী সঞ্চালনের প্রয়োজনীয় শক্তির মূলে LDH অনেকটা দায়ী। শর্করাজাতীয় পদার্থ প্রথমে অক্সিজেনের অল্পপস্থিতিতে এবং পরে অক্সিজেনের উপস্থিতিতে ভেঙ্গে কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং জলে পরিণত হয়। অক্সিজেনের অল্পপস্থিতিতে শর্করাজাতীয় পদার্থ ধাপে ধাপে বিভিন্ন জৈব অম্লঘটকের সাহায্যে বিক্রিয়ার প্রায় শেষ সীমায় পাইরুভিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। অক্সিজেনের উপস্থিতিতে পাইরুভিক অ্যাসিড কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং জলে পরিণত হয়। কিন্তু অক্সিজেনের অল্পপস্থিতিতে LDH পাইরুভিক অ্যাসিডকে ল্যাক্টিক অ্যাসিডে পরিণত করে। এই বিক্রিয়া থেকে যে শক্তি নির্গত হয়, তা পেশী-সঞ্চালনে ব্যবহৃত হয়।

3. LDH আসলে পাঁচ রকমের। এগুলিকে বলা হয় সম-জৈবঅম্লঘটক (Isozyme)। প্রত্যেকটিই পাইরুভিক অ্যাসিডকে ল্যাক্টিক অ্যাসিডে পরিণত করে, যদিও ওগুলির মধ্যে সক্রিয়তার তারতম্য বর্ণেই লক্ষণীয়।

প্রতিটি LDH অণু চারটি প্রোটিন শৃঙ্খলের সমন্বয়ে গঠিত। দু-রকমের প্রোটিন শৃঙ্খল পাওয়া গেছে—H এবং M। H এবং M এককগুলির মধ্যে সমন্বয়ের কলে H_4 , H_3M , H_2M_2 , H_1M_3 এবং M_4 —এই পাঁচটি LDH জৈব অম্লঘটক পাওয়া যায়। বিভিন্ন প্রাণীর কোষে পাঁচটি LDH-এর পরিমাণগত পার্থক্যও দেখা গেছে। H_4 -LDH অম্লঘটকটি প্রধানত: যে সব কোষে অক্সিজেনের চাহিদা বেশী, যেমন—হৃৎপিণ্ড এবং মস্তিষ্ককোষে বেশী থাকে। M_4 -LDH কিন্তু

যে সব কোষে অক্সিজেনের চাহিদা কম অর্থাৎ Skeletal muscle-এ বেশী থাকে। হৃৎপিণ্ডে যেটি বেশী থাকে, তাকে সংক্ষেপে H একক এবং যেটি পেশীতে বেশী থাকে, তাকে M একক দিয়ে সংক্ষেপে প্রকাশ করা হয়। জানা গেছে H এককটির সংশ্লেষণের মূলে যে জিনটি আছে, তা M এককটির জিন থেকে ভিন্ন। কেবল তাই নয়, অক্সিজেনের অল্পপস্থিতিতে পাইরুভিক অ্যাসিডকে ল্যাক্টিক অ্যাসিডে পরিণত করতে M_4 -LDH, H_4 -LDH অপেক্ষা অনেক বেশী সক্রিয়। বিভিন্ন বয়সের ইঁদুরের হৃৎপিণ্ড, মস্তিষ্ক এবং পেশীকোষের সংখ্যা গুণে দেখা গেছে যে, জন্মের 10 সপ্তাহ পরে ঐ প্রাণীদের কোষ-বিভাজন বন্ধ হয়ে যায়। সুতরাং কোষ-বিভাজন বন্ধ হয়ে গেলে মৃত্যু পর্যন্ত ঐ প্রাণীদের কোষ-সংখ্যা প্রায় একই থেকে যায়—লিভারে যদিও কিছু শতাংশ কোষের তাজা-গড়া সব সময়ই চলতে থাকে। সুতরাং বয়োবৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে মস্তিষ্ক, হৃৎপিণ্ড, Skeletal muscle-এ যদিও আর নতুন কোষ জন্মলাভ করে না, কিন্তু লিভারে বয়োবৃদ্ধির সঙ্গে কিছু সংখ্যক নতুন কোষ জন্মলাভ করার সেখানে পুরনো এবং নতুন—দু-রকমের কোষই পাওয়া যায়। উল্লেখযোগ্য পর্যবেক্ষণ হলো—বয়োবৃদ্ধির সঙ্গে M_4 -LDH প্রায় সমস্ত কোষেই H_4 -LDH-এর তুলনায় কমতে থাকে। হয়তো শর্করাজাতীয় পদার্থ থেকে যে শক্তি পেশী-সঞ্চালনে প্রয়োজন, তা M_4 -LDH-এর অভাবহেতু লোপ পেতে থাকে। বৃদ্ধ বয়সে পেশী-সঞ্চালন ক্ষমতা হ্রাস পাওয়ার এটাই হয়তো মূল কারণ। মস্তিষ্ক এবং হৃৎপিণ্ডে অক্সিজেনের চাহিদা বেশী, তা আগেই বলা হয়েছে। বয়োবৃদ্ধির সঙ্গে এই সব প্রাণীতে M_4 -LDH-এর পরিমাণ সবচেয়ে বেশী কমে যায়। সুতরাং বৃদ্ধকালে অক্সিজেনের অভাবে ঐ প্রাণীগুলি বেশী

কতিপুত্র হয়। হয়তো Heart এবং Brain failure-এর মূলে উপরিউক্ত কারণটি অন্তর্ভুক্ত।

এখন জানা গেছে, যে জিনটি M_4 -LDH সংশ্লেষণে অংশ গ্রহণ করে, তা বয়োবৃদ্ধির সঙ্গে অধিক পরিমাণে দ্রবিত থাকে; অর্থাৎ যে জিনগুলি পাঁচটি বিভিন্ন LDH সম-অনুঘটক সংশ্লেষণে অংশগ্রহণ করে, সেই জিন-গুলি বয়োবৃদ্ধির সঙ্গে কতটা প্রকাশিত বা অপ্রকাশিত থাকে, তার উপর নির্ভর করবে বিভিন্ন কোষে অবস্থিত বিভিন্ন LDH-এর পরিমাণ এবং সক্রিয়তা।

LDH ছাড়া আরও কয়েকটি, যেমন—ম্যালাটে ডিহাইড্রোজিনেজ (MDH), কোলিন এস্টারেজ (ChE), টাইরোসিন অ্যামিনো ট্রান্সকারেজ (TAT), আরজিনেজ প্রভৃতি জৈব-অনুঘটকগুলির ক্ষেত্রেও বয়োবৃদ্ধির সঙ্গে ওগুলির

সক্রিয়তা বিভিন্ন প্রস্থিতে ভিন্ন হারে বাড়তে বা কমে। এসব অনুঘটকগুলি সম্পর্কে পরীক্ষা সবে শুরু হয়েছে।

জরা থেকে রেহাই পাবার পথ আজও অজানাই রয়ে গেছে। আধুনিক বিজ্ঞানের অগ্র-গতি হয়তো এই পথের নিশানা দেবে। জরা হয়তো বা রোধ করা যাবে। কিন্তু জরা সমস্তার সমাধান মানুষকে আরও বহু সমস্তার জালে ঘিরে ফেলবে সন্দেহ নেই। ক্রমবর্ধমান লোক-সংখ্যা পৃথিবীতে শান্তির চেয়ে অশান্তিই হয়তো ডেকে আনবে। এত সব অনিশ্চয়তা থাকা সত্ত্বেও মানুষ জরার কারণ জানতে এত ব্যস্ত হয়ে উঠেছে কেন? বৈজ্ঞানিকদের ধারণা—জরা রোধ হয়তো বা মানুষকে স্থূল জীবনযাপনে সাহায্য করবে। প্রাণীকে মরতে দেওয়া হবে না—এমন ধারণা পোষণ করা নিশ্চয়ই উচিত হবে না।

সমুদ্রের অভিযান

ত্রিশটীনাথ মিত্র*

সমুদ্র-অভিযান নয়—সমুদ্রের অভিযানের যুগে আমরা বাস করছি; অর্থাৎ সমুদ্র বিজয়ী বীরের মত সদর্পে পৃথিবীর স্থান জয় করে এগিয়ে আসছে এবং সমুদ্রের আরতনের হচ্ছে ক্রমপ্রসার। এই অভিযানের গতি অবশ্য খুবই ধীর, তবুও একজন মানুষের জীবনেই সমুদ্রের প্রসার ও ক্ষীতি নজরে আসবার মত।

এই ঘটনা পৃথিবীর ইতিহাসে নূতন নয়। ভূ-ইতিহাসে দেখা যায়, উত্তর আমেরিকার বিশাল স্থলভূমি সমুদ্র বহুবার প্রাস করেছে আবার ছেড়ে চলে গেছে বহু বার বিজিত সাম্রাজ্যে নিজস্ব ইতিহাস পলিগড়া প্রস্তরের গারে নিখুঁতভাবে

লিখে রেখে। আমেরিকা ছাড়াও বহু অঞ্চলে সমুদ্রের এই স্থলভাগ বিজয়ের ঘটনার পুনরাবৃত্তি ঘটেছে একাধিকবার।

বর্তমান সভ্য পৃথিবী আবার এই সমুদ্রের আক্রমণের কবলে। সমুদ্রগুলি আজ অনেকক্ষেত্রেই তটসীমা ছেড়ে এগিয়ে আসছে দেশের মধ্যে। এখনই মহাদেশের উপকূলে অবস্থিত অগভীর সাগরগুলি তর্জি হয়ে ছাপিয়ে উঠেছে। আজকের বেরিং, বেরিং ও চীন সাগর এইভাবেই জলপূর্ণ হয়েছে। তাছাড়া এখানে-সেখানে দেশের মধ্যস্থিত

* প্র্যানিং কমিশন, নতুন দিল্লী

সাগর বধা—হডসন উপসাগর, সেন্ট লরেন্স, বার্বিক ও জুলা সাগরেও সমুদ্রের লোনা জল এগিয়ে এসেছে এবং আটলান্টিকের উপকূলের বহু নদীর মোহানা অঞ্চল আজ গভীর সমুদ্রের নীচে। বর্তমান হডসন নদী ও সামুকুইহানা নদীর মোহানা অঞ্চল কয়েক শ' বছর আগেও বর্তমান সমুদ্রের মধ্যে বহু দূর পর্যন্ত বিস্তৃত ছিল। অতীতকালের অনেক খাল ও তটভূমি আছে কেসাশিক ও দেলাওর উপসাগরের তরঙ্গ-উচ্চাসের নীচে সমাধিস্থ। কোথায় এবং কখন এই তরঙ্গ-উচ্চাস শান্ত হবে বলা কঠিন।

গত ভূবার-যুগের বরফ মানব-সভ্যতার স্রুত থেকেই গলতে স্রুত করেছিল, এখনও গলছে এবং আরও বহু কাল ধরে গলবে। হিমালয়ের হিমবাহ-গলা জলে শত শত নদীর পুষ্টি, সে নদীর জলে সমুদ্রের পুষ্টি আর পুষ্টির তুলনার বাষ্পীভবনের পরিমাণ কম হওয়ার সমুদ্রের ক্ষতি বহু গুণ কম। বাষ্পের জল আবার জমে সমুদ্রের বুকে—নদীনালা বেয়ে পৃথিবী-ধোরা জল আবার তারই কাছে ফিরে আসে। হিমালয়, আন্ডস, আন্দিয়ে এই ঘটনা ঘটেছে, ঘটেছে পৃথিবীর হাজার হাজার হিম-শৈল থেকে। উত্তরে গ্রীনল্যান্ডের ভূবার গলছে, সাইবেরিয়ার বরফ গলছে, ক্যানাডার থ (Thaw) হচ্ছে। মোট কল, সমুদ্রের হচ্ছে ক্ষতি। তার পরিধির মধ্যে জল-সমুদ্রান হচ্ছে না। আজ যদিও কোনও রকমে এঁটে বার আগামীকাল আর আঁটবে না। পৃথিবীর আবহাওয়া গত গ্লেইটোসিন ভূবার যুগের শীতলতা থেকে শেষ গ্রহের উষ্ণ থেকে উষ্ণতর হতে চলেছে। বরফ তাই গলছে। বত গলছে, তত জমছে না। তাই জল বেড়েই চলেছে।

পারমাণবিক বিস্ফোরণে আবহাওয়া আরও পরিবর্তিত হয়ে উষ্ণ হয়ে উঠছে। রাশিয়া আজ বরফ গলিয়ে জমি তৈরি করছে। সাইবেরিয়ার জম্যাট-খাঁখা ভূবার তাদের বিজ্ঞানের কুঠারের আঘাতে

ছিন্নমূল হয়ে নেমে পড়েছে সাগরে সাগরে। প্রশান্ত মহাসাগর, বার্বিক, আর্কটিকে হিমবাহ গলে উপকূল ছাপিয়ে জল এগিয়ে আসছে অন্ত দেশের উপর। রুশ বিজ্ঞানীদের প্রচেষ্টার ফলে সেখানকার মেরু-ভূবার অন্ত দেশের উপকূলে গিয়ে আশ্রয় নিচ্ছে।

এমন ঘটনা যে পৃথিবীতে বহু বার ঘটেছে, তা আগেই বলা হয়েছে। এই ঘটনা আবার ঘটেছে, তাই আমাদের সত্যতার আশঙ্কা। আশঙ্কা বিশেষতঃ উপকূলবর্তী দ্বীপবাসীদের, বারা নীল জলের তাড়া খেয়ে পাহাড়ে চড়তে জারগা পাবে না। নীল মৃত্যু 'সুনামি' (Tsunamis) এক বিধ্বংসী তরঙ্গ-প্রাবল—যা কয়েক ঘণ্টার 80-100 ফুট উঁচু হয়ে দেশে প্রবেশ করে ধ্বংস ও হাহাকারের চূড়ান্ত ইতিহাস সৃষ্টি করে রেখে বার। সেই সুনামির দেশ—জাপানের তাই ভয়। সুনামি, বোর্নিও ও অন্যান্য পূর্বভারতীয় দ্বীপপুঞ্জেরও এই ভয়।

বর্তমান পৃথিবীর তাপমাত্রা আরও কিছু বৃদ্ধি পেলেই বা ভূবার গলবে, তাতে প্রশান্ত মহাসাগরের জল 100 ফুট উঁচু হবার সম্ভাবনা যথেষ্ট প্রবল। সেই তাপমাত্রার বর্তমান আটলান্টিকের তীরের সমস্ত বাণিজ্য কেন্দ্র, নগর, শহর সব কিছু সমুদ্রের নীচে বিলীন হয়ে যাবে। সে সমুদ্রের জল এসে আপালেনিয়ার পর্বতমালায় পাবে আছাড় খেয়ে পড়বে—আছাড়-খাওয়া জলের কেনার আপালেনিয়ার চারদিক সাদা হয়ে যাবে, আর মেক্সিকো উপসাগর ও মিসিসিপি নদীর পার্শ্ববর্তী নীচু অঞ্চল জলের নীচে প্রহর গুণবে।

বরফ যদি আরও বেশী গলে?—তারও সম্ভাবনা আছে—তা হলে? সমুদ্রের জল উঁচু হবে 600 ফুট কি আরও অনেক বেশী—আমেরিকা মহা-দেশের পূর্ব উপকূল মানব-সভ্যতার ইট-কাঠ-ঐতিহ্য নিয়ে অগাধ জলের নীচে নেমে যাবে কসিল হয়ে থাকবার জন্তে। উজ্জ্বল আপালেনিয়ার অসীম সমুদ্রের মাঝে পর্বতসমূহ দ্বীপপুঞ্জে পরিণত হবে।

আর্কটিক সমুদ্র ও হুডসনের জল এসে কানাডাকে আবৃত করবে। আর মধ্য-ইউরোপ, আরব, পারস্য, ভারত, চীন ও সোভিয়েটের বিরাট অঞ্চল জুড়ে আর্কটিক, আটলান্টিক, ভারত ও প্রশান্ত মহাসাগরের সংঘাত চলবে—আর সে সংঘাতে স্ট্রিট ডেউ সাধা ফেনা হয়ে ছিটিয়ে পড়বে আঙ্গুর ও হিমালয়ের বিস্তৃত পর্বতের গায়ে।

আমাদের চিরপরিচিত পৃথিবীর এই রূপ আমাদের কাছে অচিন্তনীয়—জ্ঞানের বাইরে। পৃথিবীর ইতিহাসে দেখা যাবে এমন ঘটনা বহু বার ঘটেছে, তার পরে ওলট-পালট হয়ে গেছে পৃথিবীর রূপ, স্থল-ভাগের পরিধি ও বিস্তার। এই পরিবর্তন এখনও চলছে।

আটলান্টিকের তলদেশ ফুঁড়ে গজিয়ে উঠেছে বারমুতা দ্বীপ, উঠেছিল চিরকুঙ্গ এসসেনসন দ্বীপ। 1830 সালে এক অধ্যুৎপাতের সঙ্গে সিসিলি ও আফ্রিকার মাঝখানে ভূমধ্যসাগরে এক দ্বীপ হঠাৎ জেগে ওঠে সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে দু-শ' ফুট উঁচু মাথা তুলে। তার পরে কয়েক বছরে সে দ্বীপটি অগাধ জলের নীচে নেমে গেছে।

অস্ট্রেলিয়া থেকে দু-হাজার মাইল পূর্বে প্রশান্ত মহাসাগরে চিরপরিচিত কালকান দ্বীপ 1913 সালে হঠাৎ ডুবে হারিয়ে যায় অতল সমুদ্রের তলার। 1949 সালে কয়েক দিনের জন্তে পৃথিবী-পৃষ্ঠে দেখা দিয়ে আবার লুকিয়ে পড়ে জলের নীচে।

1883 সালের 27শে অগাঠ সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে 1400 ফুট উঁচুতে মাথা তুলে দাঁড়িয়ে-থাকা ক্রাকাতোয়া কয়দিনের অধ্যুৎপাতে কেটে চৌচির হয়ে সমুদ্রের কয়েক হাজার ফুট গভীরে নেমে যায়। সে দিনটি ছিল মানুষের ইতিহাসে একটি বিস্ময়কর আতঙ্কের দিন। আতঙ্ক ছিল বিস্ময়কর ক্রাকাতোয়ার অঙ্গে কেটে চৌচির হয়ে পুণ্ড্র হয়ে বাবার কাহিনীর মধ্যে। আতঙ্ক

জেগেছিল যখন ক্রাকাতোয়ার দ্বারা আক্রান্ত সমুদ্রজল তপ্ত হয়ে শত ফুট উঁচু ঢেউয়ের মত কণা তুলে স্ফা দ্বীপপুঞ্জের শত শত গ্রামের উপর দিয়ে ছুটে গিয়েছিল ধ্বংসের প্রাবন ডেকে। কয়েক লক্ষ মানুষের প্রাণহানি ঘটিয়েছিল একদিনে এই সুনামি—জাপানী অর্থ দ্বার নীল মৃত্যু।

আগ্নেয়গিরির অধ্যুৎপাতের ফলে স্ট্রিট ডেউ হাড়াও বরফগলা জলের তরঙ্গ পৃথিবীকে আক্রমণ করে কবলিত করেছে। সবচেয়ে বড় প্রাবন ঘটেছিল 10 কোটি বছর আগে ক্রিটেশাস যুগে। তখন সমুদ্রজল উত্তর আমেরিকাকে গ্রাস করেছিল উত্তর, দক্ষিণ এবং পূর্ব দিক থেকে এবং ঐ অঞ্চল জুড়ে এক আন্তর্দেশীয় সমুদ্র ছিল, বা চওড়ার 1000 মাইল আর আর্কটিক থেকে মেক্সিকো উপসাগর পর্যন্ত বিস্তৃত। তার পর ক্রমে পূর্ব দিকের মেক্সিকো উপসাগর থেকে নিউ জার্সি পর্যন্ত ছড়িয়ে পড়লো এই সমুদ্র। জল বাড়তে বাড়তে বর্তমান উত্তর আমেরিকার অর্ধেকের বেশীই এই সমুদ্রের অধিকারে চলে গেল।

এই সময়ে পৃথিবীব্যাপী প্রাবন ঘটে এবং বর্তমান ব্রিটিশ দ্বীপপুঞ্জ জলের নীচে লোণ পায়। শুধুমাত্র কয়েকটি উত্তর পর্বতশিখর হাড়া দক্ষিণ ইউরোপের কোনও স্থলভাগ সে সময়ে জলের উপরে দেখা যেত না। এই সমুদ্র আফ্রিকার প্রবেশ করে বালুকণার গলিমাটি ফেলে। এই বালুকণা বিঘৃত অঞ্চলেই পরে স্ট্রিট হর উত্তর মরু প্রান্তর সাহারার। সুইডেন, রাশিয়া, সাইবেরিয়ার বিস্তীর্ণ অঞ্চল, ভারতের কিছু অংশ, জাপান ও অস্ট্রেলিয়া এই সমুদ্রের কবলে পড়ে যায়। আর এই সময়ে দক্ষিণ আমেরিকার সুউচ্চ আন্দিজ পর্বত তখন সবেমাত্র জন্মলাভ করে সমুদ্রের গভীর অন্ধকার থেকে বেরিয়ে আসবার সুযোগের অপেক্ষায় ছিল।

ঠিক এই রকমের বিস্তৃত প্রাবন ঘটেছিল আরও আগে ডেভোনিয়ান, সিলুরিয়ান ও অর্ডো-

ভিসিয়ান (40 কোটি বছর আগেকার) যুগে । বিভিন্ন যুগে বিচিত্র জল ও স্থল বিস্তারের মাঝে হয়েছিল এই জলপ্রাবন । সেই সকল প্রাবনের ধারণা পূর্বোল্লিখিত ক্রিটেশাস যুগের প্রাবনের ধারণা থেকে পাওয়া যাবে ।

হিমালয়ের 20,000 ফুট উচ্চতায় সামুদ্রিক চূনাপাথর এবং জীবাশ্ম এক অতীত সমুদ্রের আকরিত ইতিহাস বহন করে । এই সমুদ্রের জল ছিল উষ্ণ এবং পরিষ্কার । দক্ষিণ ইউরোপ এবং উত্তর আফ্রিকা থেকে শুরু করে দক্ষিণ-পশ্চিম এশিয়া পর্যন্ত ছিল এই সমুদ্রের বিস্তার । 5 কোটি বছরের আকরিত ইতিহাস বহন করে গুয়লাইট—বার দেহাঙ্কিতে গঠিত পাথর হিমালয়ে কয়েক হাজার ফুট উচ্চতায় দেখা যায় । মিশরীরেয়া এই পাথর কেটে ফিংক্স তৈরি করেছিল, পিরামিডের ইয়ারত তুলেছিল ।

ইংল্যান্ডের ভোভার থেকে শুরু করে ডেনমার্ক, জার্মেনী হয়ে রাশিয়া পর্যন্ত সমুদ্রজাত চূনাপাথর বিস্তৃত । এই চূনাপাথর পূর্বোল্লিখিত ক্রিটেশাস যুগের প্রাবনের সময় পলি পড়ে সৃষ্ট হয়েছিল ।

আচমকা ঝাঁপ দিয়ে পড়া নিরুৎসাহ নারাগ্রার সৃষ্টি হয়েছিল সেই সিলুরিয়ান যুগে (অর্থাৎ প্রায় 33 কোটি বছর আগে) । উত্তর থেকে আর্কটিক সাগর চুপিসারে দক্ষিণের দেশ দেখবার জন্তে চলে এসেছিল ঐ সময়ে । তার তীর ছিল নীচু আর জল ছিল ফটক স্বচ্ছ, ফলে খুব কম কাদামাটিই দেশের মধ্যে বহন করে নিয়ে বেতে পেরেছিল । শুধু ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটে গঠিত ডলোমাইট পাথর সৃষ্টি হলো এর জলের নুন জমে এবং বর্তমান ক্যানাডা ও যুক্তরাষ্ট্রের ধার দিয়ে ঝাড়াই সৃষ্টি করলো । তার পরে কেটে গেছে লক্ষ লক্ষ বছর । দক্ষিণ দেশ দেখে আর্কটিক আবাস উত্তরে কিরে গেছে । এই ঝাড়াইয়ের উপর দিয়ে বরফগলা জল ঝাঁপ দিয়ে পড়তে শুরু করলো

সুদীর্ঘকাল ধরে । কঠিন ডলোমাইটের নীচে বরফ প্রস্তরীভূত কাদামাটি করে করে স্তূভরূপে সৃষ্টি করে এগিয়ে চললো তু-অভ্যন্তরে, উপরে ডলোমাইটের এক আবরণত্ব রেখে । তার পরে এক সময়ে ধসে পড়লো উপরের ডলোমাইটের ছাদ নীচের গহ্বরে । তার কলে বরফগলা জলের স্রোতপথে এক গভীর খাদের সৃষ্টি হলো । গড়িয়ে চলা নদী এই খাদে ঝাঁপ দিয়ে দিয়ে এগিয়ে চললো । পৃথিবীতে এক বিষয় সৃষ্টি করলো এই স্তূভ নারাগ্রা জলপ্রপাত ।

সমুদ্র-উচ্ছ্বাসের সময় সমুদ্র-স্রোতও পরিবর্তিত হয় এবং এমনও প্রমাণ আছে যে, নিরক্ষীয় অঞ্চলের তাপ এই সমুদ্র-স্রোতই উত্তরে বয়ে নিয়ে গিয়ে আবহাওয়া উষ্ণ করে তুলেছিল, বরফ গলিয়ে মাটি বের করেছিল । ক্রিটেশাস যুগে দাক্কচিনি, লয়েলগুয়, ডুমুর ইত্যাদি গাছ প্রচুর পরিমাণে গ্রীনল্যান্ডে জন্মায়, তা থেকে গ্রীনল্যান্ডের অতীত উষ্ণ আবহাওয়া সন্দেহে ধারণা করা যায় ।

ভূতত্ত্ববিদদের মতে পৃথিবীর ইতিহাসের প্রধান অধ্যায়গুলি তিনটি পর্বায় বিভক্ত । প্রথম পর্বায় দেখা যায় মহাদেশগুলি উঁচু, দেশের ক্রয় বেশী এবং সমুদ্রগুলি নিজেদের নীচু স্থানের মধ্যেই সীমাবদ্ধ । দ্বিতীয় পর্বায় দেখা যায় মহাদেশগুলি সবচেয়ে নীচু এবং সমুদ্র তটভূমির সীমারেখা অতিক্রম করে তাদের গ্রাস করছে । তৃতীয় পর্বায় পৃথিবীর স্থলভাগ সমুদ্রের অধীনতা থেকে বেরিয়ে এসে মাথা উঁচু করে তোলে ।

পৃথিবীর সমুদ্রের এই সীমান্তখন ও স্থলভয়ের ইতিহাস খুঁজে দেশে দেশে ঘুরে বেড়িয়ে বিখ্যাত তু-বিজ্ঞানী স্কাট একদিন এই বিংশ শতাব্দীর পৃথিবীর মানচিত্রকে জানালেন—আবহা এখন নতুন পর্বায়ের শুরুতে বাস করছি । পৃথিবীর দেশগুলি এখন অতীতের চেয়ে অনেক বেশী উঁচু এবং

সর্বাধিকার মনোরম। কিন্তু নতুন পর্যায়ের সমুদ্র-প্রাঙ্গণ ইতিমধ্যেই স্তব্ধ হয়ে গেছে, বিশেষতঃ উত্তর আমেরিকায়।

নীল সমুদ্রের সন্দেশ তরঙ্গ ছুটে আসছে প্রশান্ত মহাসাগরের উপকূলে। পৃথিবীর সমুদ্র আজ বুঝি

ফুলে ফুলে উঠছে একটু একটু করে বছরের পর বছর। এই তরঙ্গ বধন আরও উঁচু হবে? পৃথিবীর পুরনো ইতিহাসের পাতা আবার উন্টে এগিয়ে আসবে—পুনরাবৃত্তি ঘটবে ঘটনার? সত্যি মানুষ কোন্ অঙ্গবলে সেই তরঙ্গ রুখবে?

ভারতের মন্দির-নগরী

শ্রীঅবনীকুমার দে*

ভারতের মন্দির-নগরী সম্বন্ধে পূর্বে এক প্রবন্ধে (জ্ঞান ও বিজ্ঞান—জুন, ১৯৭১) বলা হয়েছিল যে, দক্ষিণ ভারতের এক শ্রেণীর মন্দির-নগরীর ক্ষেত্রে মন্দিরের চারদিকে ক্রমে ক্রমে নগরীকে সম্প্রসারিত করা হতো। এই প্রকারের মন্দির-নগরীর উদাহরণ হলো—শ্রীরঙ্গম ও মাদুরা।

শ্রীরঙ্গম

ত্রিচিনাপল্লী জংশন স্টেশন থেকে পাঁচ-ছয় মাইল উত্তরে কাবেরী নদীর ব-দ্বীপের অগ্রভাগে শ্রীরঙ্গম দ্বীপ অবস্থিত। কাছেই কাবেরী নদী ও উঁচু উঁচু নারিকেল গাছের সারি থাকায় এই জায়গাটির দৃশ্য খুবই মনোরম। এখানের শ্রীরঙ্গনাথ-জীর মন্দির ভারতের মধ্যে সবচেয়ে বড় ও বিজ্ঞানালী মন্দির। শৈবদের কাছে যে রকম চিদাম্বরমের মন্দির পবিত্র, বৈষ্ণবদের কাছে শ্রীরঙ্গমের মন্দিরও সেই রকম পবিত্র।

খ্রীষ্টীয় ষষ্ঠ বা সপ্তম শতাব্দীতে এই নগরীর প্রথম পত্তন হয়েছিল। কয়েক শতাব্দী ধরে এই রাজ্যের উত্থান-পতন হওয়া সত্ত্বেও এই নগরীর নান্যাবর্ত শক্তিতে প্রথম পরিকল্পিত ও নির্মিত নগর-বিত্তাস আজও সুরক্ষিত আছে।

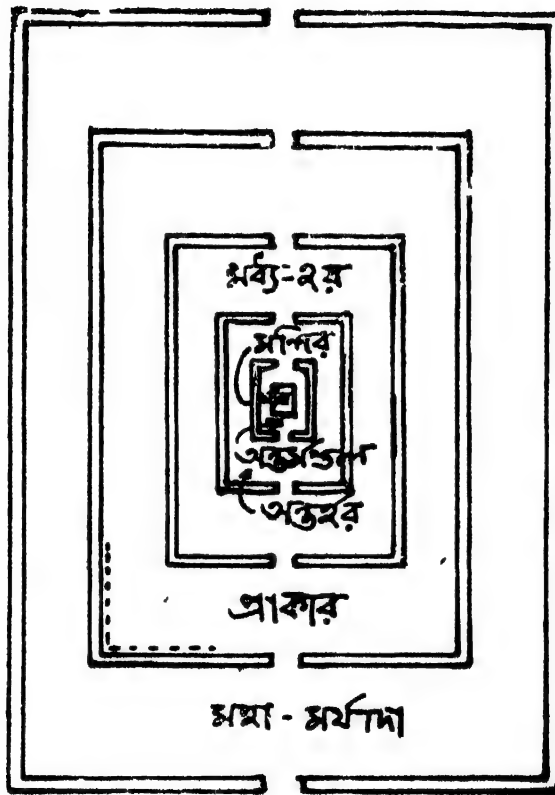
১৫৫ একর জমির উপর নগরীটি নির্মিত। সর্বপ্রথম শুষ্ক মন্দিরের পত্তন করা হয়েছিল।

পরে মন্দিরের চত্বরগুলি যোগ করা হয়। মন্দিরকে ঘিরে মোট সাতটি চত্বর আছে। প্রথম চারটি চত্বর দেবতাদের জন্ত নির্দিষ্ট ও পরের তিনটিতে মন্দিরের কাজে নিযুক্ত লোকদের বাসস্থান আছে। সবচেয়ে বাইরের চত্বর এক হাজার গজ দীর্ঘ ও আট শত গজ প্রশস্ত। বাইরের চত্বরগুলি কালক্রমে দোকান ও বাজারে পরিণত হয়েছে। পূজার্থী ও স্থানীয় বাসিন্দাদের গৃহগুলিও এইখানে অবস্থিত। চতুর্থ চত্বরটি ৪১২ গজ দীর্ঘ ও ২৮৩ গজ প্রশস্ত। এই চত্বরে এক হাজার স্তম্ভবিশিষ্ট একটি বৃহৎ মণ্ডপ আছে। এখান থেকে তিতরের দিকে প্রধান মন্দির স্তম্ভ হয়েছে। এই চত্বরের প্রবেশ দ্বারগুলির উপর তিনটি গোপুরম আছে। এদের মধ্যে পূর্বদিকের গোপুরম সবচেয়ে বড় ও সুন্দর। কোনও কোনও গোপুরমের উচ্চতা ১৫০ থেকে ১৬০ ফুট। তিতরের চত্বরে প্রধান দেবতা শ্রীরঙ্গনাথজী ও তাঁর অর্বাচিনীর মন্দির ও অন্যান্য সহগামী দেবতাদের মন্দির আছে। এই পবিত্র মন্দিরের উপরের বিমান বর্গ-নির্মিত। মূল বিগ্রহের মূর্তিতে শ্রীভগবান পঞ্চকণাশিষ্ট শেখনাগের উপর বিজয় করছেন। এই মন্দিরের রত্ন-সংগ্রহ অদ্বিতীয়।

* নগর ও আঞ্চলিক পরিকল্পনা বিভাগ, বেঙ্গল ইঞ্জিনিয়ারিং কলেজ, শিবপুর।

প্যাট্রিক গেভিস শ্রীরক্ষম নগরীর কমোররন ও সম্প্রসারণের যে বিবরণ লিখে গেছেন, তাথেকে জানা যায় যে, অতি প্রাচীনকালে এই দীপের ও এর প্রাচীরের মাঝে একটি স্থানীয় দেবস্থান ছিল। ক্রমে এই দেবস্থানে একটি মন্দির তৈরি হলো এবং এর চত্বরে সশিষ্য সাধুরা বাস করতে লাগলেন। ক্রমে এই চত্বরের বাইরে আরও বাড়ী, শস্তাগার ইত্যাদি তৈরি হলো। সমস্ত জায়গাটিকে আরও বড় একটি প্রাচীর (কেম্পল

অপেক্ষাকৃত বড় ও সুপ্রশস্ত নতুন নতুন গৃহ তৈরি হলো। আরও নতুন নতুন মন্দিরও তৈরি হলো। অনেক কাল পরে এর উত্তর পূর্ব দিকে এক হাজার স্তম্ভবিশিষ্ট একটি মণ্ডপ তৈরি হলো। এই চত্বরের বাইরের দিকে একটি নতুন আরতাকার প্রাচীর তৈরি করা হলো। প্রাচীরের মধ্যে তিনটি গোপুরম নির্মিত হলো। এইগুলির মধ্যে পূর্বদিকের গোপুরমটি সবচেয়ে বড়। এই প্রাচীরের বাইরে চারদিকে একটি নতুন রাস্তা তৈরি করা হলো।



মন্দিরের চত্বর বিস্তার

থেকে তৃতীয় প্রাচীর) দিয়ে ঘেরা হলো। এই প্রাচীরের মধ্যে দক্ষিণ দিকে প্রবেশদ্বার রাখা হলো। ক্রমশঃ এই ঘেরা জায়গার ভিতরে ও বাইরে আরও মন্দির, গৃহ, শস্তাগার ইত্যাদি তৈরি লাগলো। প্রাচীরের বাইরের দিকে

সম্ভবতঃ রথ টেনে নিজে বাবার জন্তে এই রাস্তাটি ব্যবহৃত হতো। এই রাস্তার অপর দিকে বাসগৃহ রাখা হলো। আরতাকার জায়গা জুড়ে বিস্তৃত এই বাসগৃহগুলির বাইরের দিকে আর একটি প্রাচীর তৈরি করা হলো। এই প্রাচীরে উত্তর,

দক্ষিণ, পূর্ব ও পশ্চিম দিকে চারটি অপেক্ষাকৃত ছোট প্রবেশদ্বার রাখা হলো। ক্রমশঃ এই প্রাচীরের বাইরে নগরী আরও সম্প্রসারিত হলো। সম্প্রসারিত নতুন নগরের রাস্তাঘাটগুলি আগেকার রাস্তাঘাটগুলির সঙ্গে সমান্তরাল ও আলস-ভাবে বিস্তৃত। রাস্তাঘাটের এই বিস্তারের আকৃতি দাবার হকের মত দেখতে। রথ টেনে নিয়ে যাবার জন্যে নতুন রাস্তা তৈরি হলো। এই রাস্তার দু-পাশে নতুন নতুন গৃহ নির্মিত হলো। নগরের সম্প্রসারণের সঙ্গে সঙ্গে ধনী ও দরিদ্রদের বাসস্থান বিভিন্ন জায়গায় নির্দিষ্ট হলো এবং বিভিন্ন বর্ণের লোকদের মধ্যে প্রভেদ আরও বেশী হয়ে উঠলো। অপেক্ষাকৃত দরিদ্র শ্রেণীর ও নিম্ন বর্ণের লোকদের বাসগৃহ ঐ প্রাচীরের বৃহৎ প্রবেশদ্বারগুলির বাইরের দিকে, বিশেষ করে দক্ষিণ ও পূর্ব দিকে রাখা হলো। দক্ষিণের বাজার এলাকার দক্ষিণ দিকের প্রাচীরসংলগ্ন সড়ক রাস্তার ধারের উত্তরমুখী গৃহ-গুলি ভেঙ্গে ফেললে আবার কতিপয় দিতে হতো ও ব্যবসা-বাণিজ্যেরও কতি হতো। সুতরাং এই গৃহগুলিকে রেখে দিয়ে পরিবর্তে পূর্ব ও পশ্চিম দিকের খোলা জায়গায় নতুন বাজারের রাস্তা তৈরি করা হলো। প্রত্যেক বাসগৃহের জমির পরিমাপ আরও বাড়ানো হলো। উত্তর দিকের নতুন রাস্তার দুই ধারে গৃহ নির্মিত হলো। এই নতুন স্থানটির চারদিকে আরতাকার একটি প্রাচীর তৈরি করা হলো এবং আগেকার গোপুরমগুলির সঙ্গে সামঞ্জস্য রেখে উত্তর, দক্ষিণ, পূর্ব ও পশ্চিম দিকে চারটি বড় গোপুরম তৈরির কাজ শুরু করা হলো, কিন্তু এই সম্প্রসারণ কাজের নির্মাতা তিরুভুল্লুর অকালমৃত্যুতে এই গোপুরম-গুলির নির্মাণকার্য অসমাপ্ত রয়ে গেল। পরে তাঁর উত্তরাধিকারীদের এই গোপুরমগুলির তৈরির কাজ শেষ করার মত আগ্রহ ও অর্থ দুই-ই ছিল না।

শ্রীমন্দিরের কাছে প্রায় এক মাইল পূর্ব দিকে জম্বুকেশ্বরের ভগবান শিবের অপেক্ষাকৃত ছোট মন্দির-নগরী একই রীতিতে নির্মিত। মন্দিরের তিনটি প্রাচীরের বাইরের দিকে রথ চলবার রাস্তা আছে। এই রাস্তাগুলির ধারে ধারে বিভিন্ন বর্ণের লোকদের বাসগৃহ আছে। এই সবগুলি ঘিরে আর একটি উঁচু প্রাচীর ও তাতে চারটি গোপুরম আছে। এই চতুর্থ প্রাচীরের চার দিকে আর একটি রাস্তা আছে।

মাদুরা

মাদ্রাজ শহরের ৩৫০ মাইল দক্ষিণে মাদুরা শহর অবস্থিত। তামিল ভাষায় এর নাম মাদুরাই বা উৎসব-নগরী। এখানকার মীশাকী দেবীর মন্দিরকে কেন্দ্র করে সমকেন্দ্রীয় ভাবে নগরটি গড়ে উঠেছিল এবং ক্রমে ক্রমে সম্প্রসারিত হয়েছিল। সর্বভোক্তার পদ্ধতি অনুযায়ী নগরের পরিকল্পনা করা হয়েছিল। এই মন্দিরের দ্বিতীয় চত্বরে মীশাকীদেবীর মন্দির ও প্রথম চত্বরে তাঁর স্বামীর মন্দির আছে।

প্রথমে নগরের চারদিকে প্রশস্ত প্রাচীর ছিল। পরে এই প্রাচীর ভেঙ্গে ফেলা হয়েছে। মন্দিরের বাইরের প্রাচীরের সঙ্গে সমান্তরাল ও সমকেন্দ্রীকভাবে মন্দিরকে বেঁধে নিয়ে নগরের রাস্তাগুলি বিস্তৃত ছিল। এই রকম তিনটি বেঁধে-কারী রাস্তার নিদর্শন এখনও পাওয়া যায়। এদের মধ্যে বাইরের দিকের রাস্তাটি জায়গায় জায়গায় ভগ্ন। এই রাস্তাগুলি অনেক জায়গায় পরস্পরের সঙ্গে সংযুক্ত থাকায় রাস্তাগুলির মধ্যে মধ্যে যে সব সড়ক স্থান হয়েছে, সেই সব জায়গায় গৃহাদি আছে। মন্দিরের চারদিকের প্রাচীরে নয়টি গোপুরম আছে। নগরে প্রবেশ করার অনেক দূর থেকেই এই উঁচু গোপুরম-গুলি দেখা যায়।

মাদুরার অপর একটি নাম কদম্ব বন। পুরাণে

বর্ণিত আছে যে, এই নগর প্রথম নির্মাণের আগে এখানকার রাজাদের রাজধানী ছিল কদম্ব বনের পূর্বদিকে একটি জায়গায়। এই বনের মধ্যে একটি পুষ্করিণী ও তার নিকটবর্তী ভগবান শিবের প্রাচীন মন্দিরের চারপাশের দৃষ্টে মুগ্ধ হয়ে তখনকার রাজা এইখানে নতুন নগর তৈরি করান। কদম্ব বন পরিষ্কার করিয়ে মন্দিরকে কেন্দ্রস্থলে রেখে চারদিকে পর পর যথাক্রমে পদ্মমণ্ডপ (এখানে বেদপাঠ করা হতো), অর্ধমণ্ডপ (এখানে ধর্মীয় উৎসবাদি অহুষ্ঠিত হতো) ও নৃত্যমণ্ডপ এবং মন্দিরের রত্নশালা ও অন্তান্ত ছোটখাটো মন্দির তৈরি করা হলো। মন্দিরে প্রবেশ করার জন্যে সুদৃশ্য গোপুরম তৈরি হলো। এরপর বাজারের রাস্তা, রথ চলবার রাস্তা ও বাসস্থান নির্মিত হলো। চণ্ডী রাস্তাগুলি থেকে মাঝে মাঝে ছোট ছোট রাস্তা তৈরি করা হলো। নগরের মধ্যে অনেক খোলা জায়গা ও জনসাধারণের সভ্যস্থল ছেড়ে রাখা হলো। নতুন নতুন পুষ্করিণী খনন করা হলো। ভাল ভাল পুষ্করিণী ও স্রোতস্বিনীকে সংরক্ষণ করা হলো। শাস্ত্রমতে এই দুর্গ-নগরীর চারপাশে প্রাচীর, পরিধা ইত্যাদি তৈরি করা হলো। নগরের উত্তর-পূর্ব দিকে রাজপ্রাসাদ তৈরি হলো। একেত্রে লক্ষ্য করার বিষয় এই যে, এই নগর একটু একটু করে পরিকল্পিত ও নির্মিত হয় নি বরং নগরের ভবিষ্যৎ লোকসংখ্যা ও সেই অস্থ-পাতে এর প্রয়োজনীয় আয়তন কত হবে, সে বিষয়েও চিন্তা করা হয়েছিল। নগরের মধ্যে জায়গায় জায়গায় বখেটে খোলা জায়গা ছেড়ে রাখা হয়েছিল এবং নগরে যাতে ভবিষ্যতে ঘন বসতি না গড়ে ওঠে, সেই দিকেও লক্ষ্য রাখা হয়েছিল।

পুরাণে আরও লিখিত আছে যে, এই নগর বহুদিন সমৃদ্ধশালী ছিল। পরে সর্বনাশা বস্তার সমস্ত নগর ধ্বংস হয়ে যায়। কেবলমাত্র প্রাচীন

মন্দির ও তার চারপাশের অন্নস্থান রক্ষা পায়। ক্রমে এই জায়গার জনসংখ্যা বৃদ্ধি পেলে তখনকার রাজা পুরনো নগরের সীমানার মধ্যেকার জায়গা আবার জরিপ করালেন এবং মন্দিরকে কেন্দ্রস্থলে রেখে আবার নতুন করে নগর নির্মাণ করালেন। সমস্ত সহরটি দৈর্ঘ্যে ও প্রস্থে ছিল নয় মাইল করে। পাণ্ডীর রাজাদের রাজধানী মাহুরা ছিল সুরক্ষিত দুর্গ-নগরী। দুর্গের চারটি প্রধান প্রবেশদ্বার ছিল এবং এদের উপর ছিল উঁচু বুরুজ। শহরের দক্ষিণ দিকে ছিল প্রধান প্রবেশদ্বার এবং বাইরে বাবার জন্তে শহরের উত্তর দিকে একটি ছোট দ্বার ছিল। উত্তর দিকে প্রবাহিত বৈকালী নদী ছিল শহরের প্রাকৃতিক সীমা। হঠাৎ আক্রমণের হাত থেকে এই নদী শহরকে রক্ষা করতো। যে রকম জমির অবস্থান ও পরিবেশ ছিল, সেই রকম তাবেই শহর-প্রাচীর তৈরি করা হয়েছিল বলে মাহুরা দুর্গের চারদিকের প্রাচীররেখা ছিল আকাবাকা। এই প্রাচীর ছিল চণ্ডী, খুব উঁচু এবং অসমান ভাবে কাটা পাথর দিয়ে তৈরি। শহরের প্রবেশদ্বারগুলিকে যোগকরা প্রধান প্রধান রাস্তাগুলি এত চণ্ডী ছিল যে, এই সব রাস্তা দিয়ে কয়েকটি হাতী এক সঙ্গে পাশাপাশি চলতে পারতো। প্রধান প্রবেশদ্বারগুলির পাশের প্রাচীরের উপর নানা রকমের অস্ত্রশস্ত্র ও কেপ-গাজ লুকিয়ে রাখা হতো। প্রয়োজনের সময় আক্রমণকারী শত্রুর উপর এই সব অস্ত্রশস্ত্র নিক্ষেপ করা হতো। প্রধান প্রবেশদ্বারগুলিতে বন সৈনিকেরা খোলা তরবারি হাতে পাহারার নিযুক্ত থাকত।

দুর্গ-প্রাচীরের বাইরে ছিল গভীর পরিধা এবং পরিধার পর চারপাশে ছিল কাঁটাগাছের গভীর জঙ্গল। শহরের চারদিকে এই রকম ঘন বন থাকবার ফলে শত্রুর হাত থেকে শহরকে

রক্ষা করা খুবই সুবিধাজনক হতো। পরিধার মধ্যে নগরের ময়লা জল নিকাশিত হতো।

শহরের বাইরে ছিল পল্লী-অঞ্চল। সেখানে হারাপ্রদ গাছ, সেচের জন্তে জলবাহী নালা এবং সবুজ কৃষিক্ষেত্র ছিল। যেখানে শহর শেষ হয়েছিল, সেখান থেকে শুরু হয়েছিল এই পল্লী-অঞ্চল। দরকার হলে ভবিষ্যতে এইখানে শহর-তলী সম্প্রসারণ করা চলতো। এতে সামাজিক ও অর্থনৈতিক সুবিধাও ছিল। কৃষকেরা গ্রামাঞ্চলের কৃষিক্ষেত্রে কৃষিকার্য করতো ও নিকটবর্তী শহরে তাঁদের কৃষিজাত দ্রব্যাদি বিক্রী করতো। এর ফলে তাঁরা কৃষিকার্যে অধিক শক্তি ও উত্তম নিয়োগ করতে পারতো। পরিধার ময়লা জল সেচের কাজে ব্যবহার করা হতো। এই ব্যবহার ফলে সেচের জলও সহজে পাওয়া যেত এবং পরিধার ময়লা জল এইভাবে ব্যবহৃত হবার ফলে শহরের স্বাস্থ্যকর পরিবেশের কোনও ক্ষতি হতো না।

দক্ষিণ দিকে শহরের প্রধান প্রবেশদ্বারের কাছে পরিধার উপর মজবুত সেতু ছিল। পূর্বদিকের প্রবেশদ্বার থেকে কিছু দূরে দুর্গ-প্রাচীরের বাইরে সাধু ও তপস্বীদের বাসের জন্তে প্রশস্ত তপোবন ছিল। পূর্ব দ্বারের অপর দিকে ছিল শহরের পশ্চিম দ্বার। পশ্চিম দিক থেকে ঠাণ্ডা বাতাস এই দ্বার দিয়ে শহরে প্রবেশ করতো। পশ্চিম দ্বারের কাছে প্রাচীরের নিকটে ছিল বারনারীদের বাস-স্থান। তাঁদের শহরের অন্তর্ভুক্ত অংশে বাতাস ত্যাগ করতে দেওয়া হতো না। শহরের এই অংশে দুটি প্রশস্ত রাস্তার ধারে নৃত্যশিল্পী, সঙ্গীতজ্ঞ ও শিল্পীদের বাসস্থান ছিল।

এই শহর ছিল বৃত্তাকার। শহরের প্রশস্ত প্রধান প্রধান রাস্তাগুলির দুই পাশে ছিল উঁচু ইমারত। রাজপ্রাসাদের চারদিকের রাস্তা ও অন্তর্ভুক্ত রাস্তার ধারে জায়গার জায়গায় আবর্জনা

কেলবার জন্তে ইঁটের তৈরী ও তার উপর চূনের প্রাচীর করা আধার থাকতো।

শহরে দুটি বাজার ছিল। একটিতে দিনের বেলায় বাজার বসতো। অপর বাজারটি রাত্রিবেলায় বসতো ও সারারাত্রি খোলা থাকতো। এই বাজার দুটি কাছাকাছি অবস্থিত হলেও দুটি পৃথক রাস্তার ধারে ছিল। এই বাজার দুটি ছাড়া অন্যান্য রাস্তাতেও রাস্তার ধারে ছোটখাটো ব্যবসায়ী ও তাঁতীদের ছোট ছোট দোকান ছিল। বড় বাজারে রাস্তার দুই ধারেই দোকান ছিল। এগুলির মধ্যে পাখী, গরুর গাড়ী, রথ, সেগুলির চাকা ইত্যাদি তৈরি করবার কারখানাও ছিল। এসব ছাড়া পিতল ও তামার জিনিষ, হাতীর দাঁতের জিনিষ, কাজকর্মের যন্ত্রপাতিও তৈরি হতো। এই বাজারের কাছেই আলাদা আলাদা রাস্তায় স্বর্ণ-ব্যবসায়ী, স্বর্ণ-শিল্পী এবং মূল্যবান পাথরের ব্যবসায়ীদের কারখানা, ধাতুশিল্প, মরিচ, মশলা ইত্যাদির ব্যবসায়ীদের দোকানও ছিল। দোকানের সামনে খোলা জায়গায় এই সব ধাতু-দ্রব্য রৌদ্রে শুষ্কীকৃত করে রাখা হতো। আলো-বাতাসহীন অন্ধকার ঘরে মজবুত থেকে এই সব জিনিষ যাতে ধারাপ হয়ে না যায়, সে জন্তে এই রকম ব্যবস্থা ছিল।

ভানুজি

চেরা রাজাদের প্রাচীন রাজধানী ভানুজি ছিল একটি দুর্গ-নগরী। নগরটি মাহুরার মত একই প্রকার বিস্তৃত এবং নগরের পরিধা, প্রাচীর, প্রাসাদ, বাজার, রাস্তাঘাট ইত্যাদি সব কিছুই ছিল।

নগর পরিধার বাইরে ছিল বন, যেখানে নগর রক্ষার কাজে নিযুক্ত সৈনিকেরা বাস করতো। বনের গাছগুলিতে জনসাধারণের হাত দেওয়া নিষিদ্ধ ছিল। দুর্গ-প্রাচীরের বাইরে ছিল পরিধা। রাজপ্রাসাদ, অন্তর্ভুক্ত ইমারত ও জনসাধারণের

বাসগৃহ থেকে পাইপ দিয়ে ময়লা জল প্রধান এবেশবারের কাছে পরিবার মধ্যে নিক্ষেপিত হতো। পরিবার মাছ ছাড়া হতো এবং পদ্মফুল ইত্যাদি জন্মানো হতো। ইট ও পাথর দিয়ে তৈরী চূর্ণ-প্রাচীর ছিল মজবুত, চওড়া ও উঁচু। প্রাচীরের উপর আক্রমণকারী শত্রুর উপর নিক্ষেপ করার জন্যে আক্রমণ ও আত্মরক্ষা করার জন্য শস্ত্রাদি, বধা—তীর ও প্রস্তর নিক্ষেপের অস্ত্রশস্ত্র, কেশপাশ, গরম তেল, গলিত তামা ও লোহা ইত্যাদি রাখা থাকতো। প্রাচীরের কাছে সৈনিকদের ও এবেশবারগুলির কাছে দার-রক্ষীদের বাসস্থান ছিল। তার পরে ছিল সমান্তরালভাবে বিস্তৃত নগরের সব রাস্তা। এখানে বিভিন্ন পেশার লোকেরা বাস করতো। এই স্থান ও নগরের মধ্যবর্তী অঞ্চলের মধ্যে ছিল প্রধান বাজার। বাজারের অপর দিকে নটি, তাঁতী, স্বর্ণব্যবসারী ও মূল্যবান প্রস্তরের ব্যবসারীদের বাসস্থান ছিল।

প্রাসাদের চারদিকের চারটি রাস্তার ধারে ব্রাহ্মণ, মন্ত্রী, সৈন্তাধ্যক্ষ ও প্রাসাদ-কর্মচারীরা বাস করতেন। প্রাসাদের পিছন দিকে হস্তী ও অশ্বদের শিক্ষাদানকারীদের বাসস্থান ছিল। এখানে প্রশস্ত রাস্তার ধারে বথেষ্ট খোলা জায়গা ছিল। এখানে হস্তী ও অশ্বদের শিক্ষা দেওয়া হতো। প্রাসাদ, হস্তী ও অশ্বপালকদের বাসস্থানের মধ্যে ছিল রাজপরিবারের ব্যবহারের জন্যে পুকুরিণী। প্রাসাদের চারদিকে ফুল ও ফলের বাগান, পুকুরিণী, জনসাধারণের জন্যে হলঘর ও বিশ্রামাগার ইত্যাদি বিস্তৃত ছিল।

নগরের প্রধান এবেশবারগামী রাজপথ ছিল সোজা ও প্রশস্ত। জনসাধারণের জন্যে নির্দিষ্ট বাসস্থানগুলিতে জায়গার জায়গার ফলের গাছের নীচে ছিল বেদী। এখানে সাধারণ লোকেরা বসে গল্প করতেন। সাধারণের জন্যে নির্দিষ্ট বাসস্থানের অঞ্চলগুলিতে জায়গার জায়গার ত্রিকোণাকার ও আয়তাকার খোলা জায়গা ছেড়ে রাখা ছিল।

উত্তর ভারতের মন্দির-নগরী

উত্তর ভারতের মন্দিরগুলির মধ্যে ভুবনেশ্বর, খাজুরাহো, গোরালির, বৃন্দাবন, রাজপুতনা, গুজরাট ও পশ্চিম ভারতের মন্দিরগুলি বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

ভুবনেশ্বর

পূর্ব ভারতের উড়িষ্যার ভুবনেশ্বর ভগবান শিবের একটি মন্দির-নগরী। প্রধানত: এটি হিন্দুদেরই মন্দির-নগরী। কলকাতার 272 মাইল দক্ষিণ-পশ্চিমে মাদ্রাজ যাবার প্রধান রেলপথের উপর ভুবনেশ্বর রেল স্টেশন অবস্থিত। কালক্রমে প্রাচীন নগরীর বহু পরিবর্তন হয়েছে। এখন ভুবনেশ্বরে উড়িষ্যার নতুন রাজধানী স্থাপিত হয়েছে।

পুরাতন ভুবনেশ্বরে কলিঙ্গ স্থাপত্যের তাস্তর্কের বহু নিদর্শন আছে। ভারতের অন্যান্য স্থানের মত এখানেও স্থাপত্য ও কলাশিল্প, ধর্মের সঙ্গে নিবিড়ভাবে মিশে আছে।

ভুবনেশ্বরের বৃহৎ লিঙ্গরাজ মন্দির ও তার নিকটবর্তী মন্দিরগুলি সবই ভগবান মহাদেবের পূজার জন্যে তৈরি হয়েছিল। কেশরী বংশের এক রাজা এগুলি তৈরি করিয়েছিলেন। 1872 সালে হাটার গণনা করে দেখেছিলেন যে, ভুবনেশ্বর ও তার আশেপাশে মোট প্রায় চার হাজার ছোট-বড় মন্দির ছিল। এখন কিন্তু নগরে প্রায় একশতটি মাত্র মন্দির আছে। এখনকার মন্দিরগুলির মধ্যে নবম শতাব্দীর নির্মিত মুক্তেশ্বর মন্দির সবচেয়ে সুন্দর।

এই প্রাচীন মন্দির নগরীটি মোটামুটি ছুটি প্রধান রাস্তার ধারে লম্বালম্বিভাবে (Linear type) বিস্তৃত। উত্তর থেকে দক্ষিণ পশ্চিমগামী একটি প্রধান রাস্তার আশেপাশে প্রধান প্রধান মন্দিরগুলি অবস্থিত। দক্ষিণ-পশ্চিম দিকে একত্রে অনেকগুলি মন্দির অবস্থিত আছে। এই অঞ্চলের

আগেই এই প্রধান রাস্তাটি থেকে আর একটি রাস্তা পূর্ব দিকে চলে গেছে। এর কিছু দূরে পরশুরামেশ্বর মন্দির, কেশার-গৌরী ও মুক্তেশ্বর মন্দির নিয়ে কয়েকটি মন্দির অবস্থিত। পূর্ব দিকে আরও কিছু দূরে রাজরাণী মন্দির অবস্থিত। উত্তর-দক্ষিণগামী প্রধান রাস্তাটি সুবিশাল বিন্দু সরোবরের পূর্ব দিক দিয়ে 180 ফুট উঁচু লিঙ্গরাজ মন্দিরের সামনে দিয়ে চলে গেছে। প্রাচীন কালে এখানে এই রাস্তার পূর্ব দিকের অঞ্চলে মন্দিরের কাছাকাছি প্রধানত: পুরোহিতদের বাসস্থান ছিল। মন্দিরসংলগ্ন বিন্দু সরোবর এই মন্দির-নগরীর প্রাণকেন্দ্রস্বরূপ ছিল। লিঙ্গরাজ ও পাশাপাশি অন্যান্য ধর্মীয় কাজের জন্তে এবং নিকটবর্তী স্থানের স্থায়ী বাসিন্দাদের দৈনিক প্রয়োজনের জন্তে এই সুবৃহৎ বিন্দু সরোবরের জল অত্যন্ত প্রয়োজনীয় ছিল। লিঙ্গরাজ মন্দির ও বিন্দু সরোবরের পশ্চিম দিকে বেতাল দেউল ও প্রাচীন শিশুশ্রমিক গড়ের সুরক্ষিত ধ্বংসাবশেষ আছে। এই অঞ্চলে মাঝে মাঝে সাধারণের বাসস্থানও আছে।

খাজুরাহো

মধ্যভারতের ছত্তরপুর জেলার হরপালপুর স্টেশন থেকে 61 মাইল দূরে খাজুরাহো অবস্থিত। এটি ছিল চাওলা রাজাদের রাজধানী। এখানকার প্রায় আট বর্গমাইলব্যাপী ধ্বংসস্তুপ দেখে মনে হয় যে, এক সময় এটি একটি বড় শহর ছিল। এখন কিন্তু নিনোরা-তাল বা খাজুরাহো সাগর নামে একটি হ্রদের দক্ষিণ পূর্ব কোণে অবস্থিত খাজুরাহো একটি ছোট গ্রাম মাত্র।

নবম থেকে ত্রয়োদশ শতাব্দী পর্যন্ত রাজপুত উপজাতির চাওলারা বৃন্দাবনেও রাজত্ব করেছিলেন। রাজা বশোবর্মণের সময় এঁরা খুব শক্তিশালী হয়েছিলেন। যদিও এই দুর্গ-

নগরী অত্যন্ত সুরক্ষিত ও দুর্ভেদ্য ছিল, তবুও 1022 খৃষ্টাব্দে গজনির মানুষদের আক্রমণে এর পতন ঘটে। এরপর থেকেই খাজুরাহোর প্রাধান্য কমে যায়।

1335 খৃষ্টাব্দে পর্যটক ইবন-ই-বটুটা এই স্থানে আসেন। তাঁর লেখা থেকে জানা যায় যে, তখন এখানে প্রায় এক মাইল লম্বা একটি হ্রদ ছিল। এর ধারে অনেকগুলি মন্দির ছিল। এই মন্দির-গুলিতে বিগ্রহ স্থাপিত ছিল। হ্রদের মধ্যস্থলে তিনটি গম্বুজ ও প্রত্যেক কোণে একটি করে গম্বুজাকৃতি সৌধ ছিল। তাঁর লেখা থেকে সমসাময়িক শহরের আর কোনও বিবরণ পাওয়া যায় না।

এই প্রাচীন নগরটি প্রধানত: উত্তর-দক্ষিণে প্রসারিত ছিল। অগ্ন্যস্ত্র মন্দির-নগরীর মত এরও একই রকমের বৈশিষ্ট্য ছিল। ধ্বংসস্তুপ থেকে অনুমান করা যায় যে, নগরের বেশীর ভাগ বসতি ছিল উত্তর দিকের অংশে। নিনোরা-তালের পাশাপাশি অংশ প্রশাসনিক, ব্যবসা-বাণিজ্য ও শিল্পসংক্রান্ত কেন্দ্র ছিল বটে, কিন্তু এই ইমারতগুলিকে প্রাধান্য দেওয়া হয় নি। মনে হয়, বাণীগঞ্জ বাবার রাস্তার ধারে প্রাচীন রাজপ্রাসাদ অবস্থিত ছিল, কিন্তু সঠিকভাবে এর কোন নিদর্শন পাওয়া যায় নি। প্রধান প্রধান মন্দিরগুলির বেশীর ভাগই রাস্তা দিয়ে যুক্ত ছিল। উত্তর দিকে পুরনো রাস্তার দুই ধারে অবস্থিত মন্দিরগুলি তিনটি সমষ্টিতে বিভক্ত। এই স্থানটির পশ্চিম দিকে প্রধান হিন্দুমন্দিরগুলি অবস্থিত। এদের মধ্যে কাণারী মহাদেব মন্দির সবচেয়ে উঁচু ও সুন্দর। এই স্থানের দক্ষিণ দিকে প্রাচীন নিনোরা-তাল। এটির দক্ষিণ পূর্বে আর একটি বৃহৎ পুষ্করিণীর ধারে খাজুরাহো গ্রাম ও তার দক্ষিণ দিকে তৈজন মন্দির-গুলি অবস্থিত। এই মন্দিরগুলির মধ্যে আদিনাথ পার্শ্বনাথের মন্দির সবচেয়ে বড় ও সুন্দর। এই

স্থানটির দক্ষিণাংশেও কয়েকটি মন্দিরের ধ্বংসাবশেষ আছে।

950 থেকে 1050 খ্রষ্টাব্দের মধ্যে তৈরী খাজুরাহোর মন্দিরগুলি মন্দির-স্থাপত্যকলার এক অপূর্ব নিদর্শন। এদের সৌন্দর্য ও স্থানিগুণ ভাস্কর্য ভারতের অন্যান্য মন্দিরগুলির তুলনায় অনেক উৎকৃষ্ট। এখানকার মন্দিরগুলির একটা নিজস্ব বৈশিষ্ট্য আছে। মন্দিরগুলি উঁচু চত্বরের উপর অবস্থিত। অন্যান্য জায়গার মন্দিরের মত চারদিকে প্রাচীর ঘেরা নয়। এখানে প্রথমে ষোড়শটি মন্দির ছিল, কিন্তু এখন মাত্র কুড়িটি মন্দির অবশিষ্ট আছে।

জৈন মন্দির-নগরী

জৈনদের মন্দির-নগরীকে তীর্থ বলা হয়। এই মন্দির-নগরীগুলি বিশেষ কোনও রীতি অনুযায়ী বিস্তৃত ছিল না। প্রধানতঃ পাহাড়ের উপর সমতল স্থানে মন্দির স্থাপনা করা হতো। কোনও কোনও তীর্থে কয়েক শত পর্যন্ত মন্দির ছিল। এই সব তীর্থে কেবলমাত্র মন্দিরই ছিল, কোনও লোক এখানে বাস করতো না। রাজ্যিতে এই সব তীর্থ জনমানবশূন্য হয়ে যেত। কেবল-

মাত্র কয়েকজন রক্ষী ছাড়া আর কেউই রাজ্য-বেলায় এই সব তীর্থে থাকতো না।

মাউন্ট আবু

মাউন্ট আবু জৈন মন্দির-নগরীর একটি বিশিষ্ট নিদর্শন। 1032 খ্রষ্টাব্দে তৈরী এখানকার দিলওয়ারা মন্দিরের ভাস্কর্য ভারতবিখ্যাত। এই মন্দির সাদা মার্বেল পাথরের তৈরি। এর গম্বুজাকৃতি ছাদের ভিতরের দিকে সাদা মার্বেল পাথরে শূন্য ও অতি মনোহর জালির মত কাজ করা আছে।

জৈনদের ধর্মীয় নগরগুলি সাধারণতঃ উঁচু পাহাড়ের উপর অবস্থিত হতো। মাউন্ট আবুর দুটি মন্দির কাছাকাছি দুটি পাহাড়ের উপর অবস্থিত। মন্দির দুটির দক্ষিণ ও পশ্চিমে নীচু জমিতেও আরও নীচে 'নাকি হুদ'-এর ধারে বসবাসের স্থান আছে। ইংরেজ আমলে এই জায়গাটি সামরিক খাঁটি হিসাবে ব্যবহৃত হতো। এখানকার পুরনো অংশগুলির প্রচুর সংস্কার ও পরিবর্তন করা হয়েছে। এখানকার পুরনো নগরী-বিস্তারের বিশেষ কিছু বিবরণ পাওয়া যায় না।

সর্প-দংশনের চিকিৎসায় গাছগাছড়া

শ্রীঅবনীভুষণ ঘোষ

সর্প-দংশনের চিকিৎসা প্রসঙ্গে অনেককেই বলতে শুনি—মস্ত্রের কথা। মস্ত্রের কথা না হয় বাদ দিলাম, কিন্তু দ্রব্যগুণ? দ্রব্যগুণ তো অস্বীকার করবার উপায় নেই! সত্যি এমন কেউ নেই, যে দ্রব্যগুণের কথা অস্বীকার করবে। কিন্তু ব্যাপারটা সেখানেই শেষ হয়ে যায় না। দ্রব্যের অন্তর্নিহিত গুণ এক কথা, আর দ্রব্যের রহস্যময় অলৌকিক গুণ আর এক কথা। অধিকাংশ ক্ষেত্রে শেবোক্ত অর্থেই দ্রব্যগুণ শব্দ ব্যবহার করা হয়ে থাকে। সেখানেই আপত্তি।

প্রচলিত ভেবজ দ্রব্যের মধ্যে গাছগাছড়াই প্রধান। বিভিন্ন গাছগাছড়ার নানা ধরনের রোগ সারাবার ক্ষমতা আছে। বস্তুতঃ আয়ুর্বেদশাস্ত্র গড়ে উঠেছে ভেবজ উদ্ভিদের গুণাগুণের উপর ভিত্তি করে। এখন প্রশ্ন হচ্ছে—এমন কোন গাছ জানা আছে কিনা, যা সর্পবিষ নিবারক ক্ষমতা রাখে? আয়ুর্বেদে উক্ত এবং সাধারণ্যে প্রচলিত বহু গাছের পক্ষে এই দাবী করা হয়। এই দাবীর পিছনে কোন সত্য আছে কি? এই প্রশ্নের উত্তর পাওয়ার আগে আমাদের দেশে সাপ ও সর্প-দংশনকে ঘিরে যে রহস্যময়তা বিরাজ করছে, তার একটু আভাস দিই। সাধারণ লোকের কাছে—এমন কি, অনেক শিক্ষিত লোকের কাছেও সাপ একটি রহস্যময় জীব। সে জন্তে তার চিকিৎসাও হওয়া উচিত রহস্যময়। গাছগাছড়া দিয়ে চিকিৎসা করলে কি হবে, ঐ গাছগাছড়া কেউ পেয়েছেন হিমালয় থেকে আগত কোন সন্ন্যাসীর কাছ থেকে, কারও গাছগাছড়া স্বপ্ন-প্রদত্ত, কোন গাছগাছড়া বংশপরম্পরায় প্রাপ্ত—কোন সে অতীতে তা জানা গিয়েছিল, আজ তা রহস্যবৃত্ত!

সর্পবিষ নিবারক গাছগাছড়ার সন্ধান পাওয়ার ব্যাপারে কেউ কেউ অবশ্য একটু বাস্তব ঘোঁষা কথাও বলে থাকেন। সাপে ও নেউলে লড়াই বেধেছিল। ঐ ব্যক্তি লক্ষ্য করলেন, লড়াইয়ের ফাঁকে ফাঁকে নেউলটি পাশের ঝোপে ঢুকে একটি গাছের শিকড় খেয়ে আসছে। শিকড়টি খাওয়াতে সাপ ছোবল দেওয়া সত্ত্বেও নেউলটির কিছু হচ্ছিল না। সেই গাছের শিকড় তিনি সংগ্রহ করে রেখেছেন। সমাজে মানসিক ব্যাপিপ্রবণ লোক থাকে। আধপাগলা বলে সাধারণতঃ এরা পরিচিত। রহস্যময়তা এদের আকর্ষণ করে। অমূরুপ অনেক ব্যক্তিকে—সর্পাঘাত চিকিৎসার ওষুধের সন্ধান পেয়েছে বলে দাবী করতে দেখেছি। তবে এরা গাছটির নাম প্রকাশ করতে চায় না। সর্পবিষ নিবারক গাছের সন্ধানে এদের কথায় বিশ্বাস করে অনেক বারই বেশ নাজেহাল হয়েছি।

সর্পাঘাতে মৃত্যু আকস্মিকভাবে হয়ে থাকে। সে জন্তে এই মৃত্যু খুবই বেদনাদায়ক। অসহ্য মাত্রা অগাধ জলে কুটো ধরবার প্রয়াস পায়। কেউ জোর করে বা কৌশল দেখিয়ে কোন গাছের সর্পবিষ নিবারক ক্ষমতা আছে বললে তার কথা সত্য বলে লুকে নিতে বাহুবীর স্বাভাবিক প্রবণতা দেখা যায়, ভেবজটি যে বখাযোগ্যভাবে পরীক্ষিত হওয়া দরকার, তা নিয়ে মাথা ঘামায় না। সর্প-দংশনের জড়ি-বুটি বিক্রি বেদেদের পরস্যা রোজগারের একটি বড় উপায়। বেদেদের কেউ সর্পাহত হলে তারা কেন ঐ জড়িবুটি ব্যবহার করে না? এই প্রশ্নের উত্তরে তারা সাক্ষ্যই দেয়, যার

জড়িভূট, তার আবির্ভাবিতে তা কার্যকর হয় না।

এখন আমাদের মূল কথাই কিরে আসা বাক—কোন গাছগাছড়ার সর্পবিষ নিবারক ক্ষমতা আছে কিনা? দুভাগ্যবশতঃ এর উত্তর হচ্ছে—না। আজ পর্যন্ত এমন কোন ভেষজ উদ্ভিদ জানা যায় নি, যা সর্পবিষ নিবারণ করতে পারে। বোম্বাইয়ের হপকিন্স ইনস্টিটিউটের দু-জন বিশিষ্ট গবেষক—মাসঘর ও কেরস—সর্পবিষ নিবারক বলে গণ্য বিভিন্ন আয়ুর্বেদ গ্রন্থে উক্ত এবং সাধারণ্যে প্রচলিত তিন শতাধিক ভেষজ উদ্ভিদ ও বিচিত্র উপকরণে গঠিত প্রায় দুই শত সংমিশ্রণ প্রাণী-দেহে পরীক্ষা করে দেখেছেন, কিন্তু প্রতি ক্ষেত্রেই তাঁরা নিরাশ হয়েছেন। সংজ্ঞিট উদ্ভিদের যে অংশ সর্পবিষ নিবারক বলে কথিত, গবেষকদের তা নিয়েই পরীক্ষা করেছেন। সাধারণতঃ গাছটির মূলের কথাই বলা হয়েছে। কোন কোন ক্ষেত্রে গাছটির বীজ, ফুল, কল, পাতা, ছালের কথাও বলা হয়েছে। বলা বাহুল্য, এই সব পরীক্ষা যেমন জটিল, তেমনই ব্যয়সাধ্য। কিন্তু বিশিষ্ট গবেষকদের অতি ধৈর্যের সঙ্গে নিরলসভাবে পরীক্ষাগুলি চালিয়ে গেছেন—সর্পদষ্ট ব্যক্তিদের চিকিৎসার যদি কোন সুবিধা হয়। কিন্তু দুভাগ্যবশতঃ তাঁরা কোন উদ্ভিদেরই সর্পবিষ নিবারক ক্ষমতা দেখতে পান নি। সাধারণের অবগতির জন্তে তাঁদের পরীক্ষিত করেকটি উল্লেখ্য উদ্ভিদের নাম দিলাম : সর্পগন্ধা বা ছোট টাঁদড় (*Rauwolfia serpentina*), ইষর মূল (*Aristolochia indica*), ভ্রোণপুলী বা দণ্ডকলস (*Leucas linifolia*), অপরাজিতা (*Clitoria ternatea*), পাতাল-গরুড় (*Corallocarpus epigoea*), অগ্নিমার্গ (*Achyranthes aspera*), পূনর্বী (*Boerhaavia diffusa*), আয়ুপান (*Eupatorium ayapana*), মুখা (*Cyperus rotundus*), পলাশ (*Butea frondosa*), মনসা-সিজ

(*Euphorbia nerllifolia*), কুড়ী (*Careya arborea*).

একটি কথা এখানে স্মরণ করা যেতে পারে—সর্পবিষ দেহের রক্তের সঙ্গে মিশে সক্রিয় হয়। সুতরাং সর্পবিষ নিবারক গুণ আছে বলে গণ্য ভেষজটি সর্পদষ্ট ব্যক্তির রক্তে সরাসরি মিশ্রিত হওয়া কাম্য। মুখবির দিয়ে গৃহীত কোন ভেষজ হজম হয়ে রক্তে মিশ্রিত হবার আগেই সর্পবিষ তার কার্য সমাধা করতে পারে—সর্পাহত ব্যক্তিটি মারা যেতে পারে। অথচ সর্পবিষ নিবারক ক্ষমতা আছে বলে গণ্য অধিকাংশ গাছগাছড়াই মুখ দিয়ে গ্রহণের ব্যবস্থা রয়েছে। পরন্তু কর্ক-কুহর, নাসা-ছিদ্র ও চক্ষু-গোলকেও ঐ সব ভেষজ দেবার ব্যবস্থা আছে। ইদানীং অবশ্য কেউ কেউ চিরাচরিত ব্যবস্থা পরিবর্তন করে সর্পকৃত স্থানেই ভেষজটি লাগাবার কথা বলে থাকেন।

কেবল আমাদের দেশে নয়—পৃথিবীর অন্তর্ভুক্ত যে কোন সর্পসমূহ অকলে কোন কোন উদ্ভিদকে সর্পবিষ নিবারক বলে গণ্য করা হয়ে থাকে। কেন এরূপ মনে করা হয়, তার জন্তে কৌতুহল জাগা স্বাভাবিক। আজকের মত অতীতের মানুষ বৈজ্ঞানিক গবেষণার তত উন্নত ছিল না। সত্যাসত্য নির্ণয়ে তাদের প্রধান সম্বল ছিল অভিজ্ঞতা। অভিজ্ঞতা সব সময়ে অপ্রান্ত হয় না। তাছাড়া আদিম মানবসমূহ চিন্তাধারাও প্রাচীন মানুষকে প্রভাবিত করেছিল। কোন দুটি বস্তুর সাদৃশ্য দেখলে আদিম মানুষ তেবে নিত, ঐ দুই বস্তুর মধ্যে কোন না কোন ভাবে গূঢ় সম্পর্ক আছে—আজও কোন কোন মানুষ তাই ভেবে নেন। ইষর মূল চলমান সাপের চেহারার মত স্পষ্টতঃ আকা-রীক; তাই সর্পবিষ নিবারক গুণ আছে বলে ধরে নেওয়া হয়েছে। মনসা-সিজের আকারে সর্পাবয়বের সাদৃশ্য আছে। তাই তার মূলও সর্পবিষ নিবারক। উষ্ণমণ্ডলীয় আমেরিকা সর্পসমূহ অকল। এখানকার কুক অহি-মূল (*Cimicifuga*

racenosa) সর্পবিষ নিবারক ক্ষমতাসম্পন্ন বলে গণ্য করা হয়, এরও মূলের আকৃতি চলিঙ্গ সাপের মত।

তবে একটি কথা। কোন কোন গাছগাছড়ার সর্পবিষ নিবারক ক্ষমতা আছে—একপ জাবার পিছনে বাস্তব-ধৈর্য যুক্তিও থাকতে পারে এবং আছেও। অতীতে মারাত্মক বিষধর সাপের দংশনে ঘেঁষে মৃত্যুকারক মাত্রায় বিষ প্রবেশ করলে মরণ ছিল অবধারিত, তার কোন চিকিৎসাই ছিল না। তবে সাপ দংশন করেছে বা করে নি, এই ভয়ে ভীত মানুষের দেহে কোন কোন ক্ষতিকারক লক্ষণ প্রকাশ পায়। অতীতে এদের ক্ষেত্রে ঐ সব গাছগাছড়া সাহায্য করতো—কার্যতঃ সাহায্য করতো বলে মনে করা হতো। কারণ এসব কোন কোন গাছের ঘর্ষকারক, কোন কোন গাছের মৃত্যুকারক ক্ষমতা আছে; কোনটা বলকারক, কোনটা বা আরামদায়ক গুণসম্পন্ন।

এখনও একটি প্রশ্ন রয়ে যায়। সর্পবিষ নিবারক বলে গণ্য এই গাছগাছড়ার সাহায্যে আজও অনেক গুণিন সর্প-দংশনে প্রায় মৃত—এমন কি, মৃত ব্যক্তিকেও নাকি বাঁচিয়ে তুলছে, প্রত্যক্ষদর্শীরা একপ বিবরণ দেন। আমিও শুনেছি অনেক এই বিবরণ। প্রত্যক্ষদর্শীরা মিথ্যা কথা বলেন না। মৃত ব্যক্তি অবশ্য আর ফিরে আসেন না। তবে “মৃত”

বলে গণ্য বক্তি বেঁচে ওঠে—বেঁচে ওঠে গাছ-গাছড়ার সাহায্য ব্যতিরেকেই। আমাদের অরণ রাখা দরকার, বিষধর সাপ—এমন কি মারাত্মক বিষধর সাপ দংশন করলেই মানুষ মরতে বাধ্য নয়। মারাত্মক বিষধর সাপে দংশন করেছে, কিন্তু ঠিকমত দংশন করতে পারে নি। ঠিকমত দংশন করতে না পারায় মৃত্যুকারক মাত্রায় বিষ সর্পাহত ব্যক্তির দেহে প্রবেশ করতে পারে নি। এমনও হতে পারে, সে সময় দংশক সাপটির বিষগ্রহিতে মৃত্যুকারক পরিমাণ বিষই ছিল না। নানা কারণে তা ঘটতে পারে। এসব ক্ষেত্রে বাস্তবঃ ক্ষতিকারক লক্ষণ প্রকাশ পেতে পারে। কিন্তু শেষ পর্যন্ত লোকটি নিজের অন্ত-নিহিত জীবনীশক্তির জোরে—কখনও কখনও বা সামান্য সেবা-শুশ্রূষায় বেঁচে ওঠে। অপরপক্ষে এমন ঘটনাও দেখা যায়, বিষহীন সাপে কাউকে দংশন করেছে—হয়তো তাকে দংশন করতেও পারে নি, কিন্তু সাপে দংশন করেছে, এই ভয়েই লোকটি জ্ঞান হারিয়েছে। নিছক ভয়ে আঁপাত-দৃষ্টিতে যে মৃত্যুর লক্ষণ প্রকাশ পেতে পারে, তা আমরা সাধারণ লোক বুঝি না। এসব ক্ষেত্রেও রোগী শেষ পর্যন্ত নিজের অন্তর্নিহিত জীবনীশক্তির জোরে অথবা সামান্য সেবা-শুশ্রূষায় বেঁচে উঠতে পারে। গুণিনেরা দাবী করে, গাছগাছড়ার সাহায্যেই বেঁচে উঠেছে।

হ্যালোজেনগোষ্ঠীর আবিষ্কার

অরূপ রায়

মৌলিক পদার্থ নাইট্রোজেন, কস্ফরাস, আর্সেনিক ইত্যাদির মধ্যে বিভিন্ন রাসায়নিক ও ভৌত ধর্মের সাদৃশ্য বর্তমান থাকায় এই মৌলগুলিকে সমগোষ্ঠীয় বা এক পরিবারের সন্ত্য বলা হয়। ফ্লোরিন (At. No. 9), ক্লোরিন (At. No. 17), ব্রোমিন (At. No. 35) ও আয়োডিন (At. No. 53)—এই চারটি মৌলের মধ্যেও ঘনিষ্ঠ সাদৃশ্য বর্তমান। তাই ইহাদেরও সম পরিবারভুক্ত বলা হয়। F, Cl, Br ও I মৌলগুলির লবণ সমুজ্জ্বলে পাওয়া যায় বলিয়া ইহাদের হ্যালোজেন (Halogen : Halo-sea salt, genus to produce) বলা হয়। তাই ইহাদের গোষ্ঠীকে হ্যালোজেন পরিবার বলে। উল্লেখযোগ্য যে, 100 gms. সমুজ্জ্বলে 2.6 gms. NaCl লবণ থাকে। হ্যালোজেন গোষ্ঠীর সন্ত্যদের আবিষ্কার দুই-একজন বৈজ্ঞানিকের দুই-এক দশকের সাধনার ফল নয়, ইহাদের আবিষ্কারের পিছনে বহু বিজ্ঞানীর প্রায় আড়াই শত বৎসরের পরিশ্রমের ইতিহাস জড়িত।

ফ্লোরিন গ্যাসটির রাসায়নিক সক্রিয়তা ও জারণ-ক্ষমতা উল্লেখযোগ্য। গ্যাসটির আবিষ্কারের পিছনে রহিয়াছে শত বর্ষাধিকব্যাপী গবেষণার কাহিনী। ফ্লোরিন আবিষ্কারের বহু পূর্বেই ইহার যোগ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (HF)-এর সন্ধান পাওয়া যায়। 1771 সালে সুইডিশ বিজ্ঞানী শীলে ফ্লুয়োস্পার ধনিজকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত পাতিত করিয়া HF অ্যাসিড তৈরি করিতে সক্ষম হন। তিনি ইহার নামকরণ করেন ফ্লোর অ্যাসিড। কিন্তু গ্যাসটি যৌগিক কি মৌলিক—তাহা নিরূপণে

অসমর্থ হন। অধর্শভাকী পরে শীলের প্রস্তুত গ্যাসটি সম্পর্কে ব্রিটিশ বিজ্ঞানী স্যার হ্যাম-ফ্রে ডেভি 1831 সালে নূতন করিয়া আলোকপাত করেন। ডেভিই প্রমাণ করেন যে, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের ভায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডও হাইড্রোজেন ও অপর একটি মৌলের যোগ। তিনি মৌলটির নাম রাখেন ফ্লোরিন। কিন্তু ডেভি HF হইতে ফ্লোরিন মৌল অবস্থার আলাদা করিতে ব্যর্থ হন। তাঁহার পরবর্তী বৈজ্ঞানিকগণ কর্তৃক ফ্লোরিন আবিষ্কারের চেষ্টাও বিফলতার পর্ববসিত হয়। কারণ ফ্লোরিন প্রকৃতিতে বাধা প্রচুর যথা—

1) ফ্লোরিন সর্বোচ্চ ইলেকট্রো-নেগেটিভ মৌল বলিয়া ইহা একটি তীব্র জারক পদার্থ। সুতরাং HF-কে জারিত করিয়া ফ্লোরিন প্রস্তুত সম্ভব নয়।

2) HF-এর জলীয় দ্রবণ তড়িৎ-বিশ্লেষিত করিলে অ্যানোডে উৎপন্ন ফ্লোরিন জলের সহিত বিক্রিয়া করিয়া অক্সিজেন ও জল উৎপন্ন করে।
$$2F_2 + 2H_2O = 4HF + O_2, 3F_2 + 3H_2O = 6HF + O_3.$$

3) অনার্দ্র HF তড়িৎ-অপরিবাহী, সুতরাং ইহার তড়িৎ-বিশ্লেষণ সম্ভব নয়।

4) ইহা খুব সক্রিয় মৌল বলিয়া প্রস্তুত করিবার পাত্রের সঙ্গেই (যেমন—কাঁচ, কার্বন, প্র্যাটিনাম ইত্যাদি) উৎপন্ন ফ্লোরিন বিক্রিয়া করে।

5) ফ্লোরিন ও HF খুব বিযাক্ত।

6) HF অত্যন্ত উদ্বারী, ইহার স্ফুটনাঙ্ক 9.5 সে., তাই তড়িৎ-বিশ্লেষণের সময় হিমায়ক পদার্থের (Refrigerant) প্রয়োজন। উপযুক্ত হিমায়ক পদার্থের সেই কালে অভাব ছিল।

এই সকল কারণগুলির জন্ত ১৮৮৬ সাল পর্যন্ত মৌলরূপে ক্লোরিনের উৎপাদন সম্ভব হয় নাই। ১৮৬৯ সালে বিজ্ঞানী গোর অনাঙ্ক HF-এর সহিত ২০% পটাসিয়াম হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (KHF_2) মিশ্রিত করিয়া উহাকে তড়িৎ-পরিবাহী করিতে সক্ষম হন। ১৮৮৬ সালে করাসী বিজ্ঞানী মঁরসা উক্ত অনাঙ্ক HF ও KHF_2 -এর মিশ্রণ বিশেষভাবে প্রস্তুত করে তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিয়া সর্বপ্রথম মৌল হিসাবে ক্লোরিন প্রস্তুত করিবার গৌরব লাভ করেন। তিনি তড়িৎ-বিশ্লেষণের পাত্র হিসাবে প্র্যাটিনাম-ইরিডিয়াম সঙ্কর ধাতু-নির্মিত পাত্র ব্যবহার করেন। সঙ্কর ধাতুটি ক্লোরিনের দ্বারা অনাক্রান্ত। হিমায়ক দ্রব্য হিসাবে ব্যবহার করেন মিথাইল ক্লোরাইড (CH_3Cl)। এইভাবে দীর্ঘ এক শত বৎসরের অধিককাল চেষ্টার ফলে ক্লোরিন আবিষ্কৃত হইয়াছিল।

হ্যালোজেন পরিবারের দ্বিতীয় সত্য ক্লোরিন। ইহার আবিষ্কারও এক বিরাট ইতিহাস বহন করে। বিজ্ঞানী গোর সপ্তদশ শতাব্দীতে সমুদ্রের জলকে বাষ্পীভূত করিয়া প্রাপ্ত লবণকে গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা পাতিত করিয়া একপ্রকার গ্যাস পান। উহার নামকরণ করেন তিনি 'লবণের গ্যাস'। ১৭৭২ সালে ব্রিটিশ বিজ্ঞানী প্রিন্সটলী লক্ষ্য করেন যে, গ্যাসটি জলে অত্যন্ত দ্রবণীয় এবং দ্রবণটি অক্সিক। তিনি উহাকে সামুদ্রিক অ্যাসিড বা মিউরিয়াটিক অ্যাসিড বলেন। ইহার দুই বৎসর পরে অর্থাৎ ১৭৭৪ সালে শীলে ম্যাডানিজ ডাই-অক্সাইডকে মিউরিয়াটিক অ্যাসিড সহযোগে উত্তপ্ত করিয়া একটি কিকে হরিদ্রাভ সবুজ রঙের গ্যাস পান। মিউরিয়াটিক অ্যাসিডের জারিত পদার্থ মনে করিয়া ইহার নাম দেওয়া হয় অক্সি-মিউরিয়াটিক অ্যাসিড। করাসী বিজ্ঞানী ল্যাভয়সিয়ার বলিলেন—গ্যাসটি একটি অক্সাইড। সহযোগী করাসী বিজ্ঞানী বার্থোলে শীলের প্রাপ্ত হরিদ্রাভ সবুজ গ্যাসটি জলের মধ্যে দ্রবীভূত করিয়া সেই

দ্রবণে হৃদয়ঙ্গম ফেলিয়া দেখিলেন যে, দ্রবণ হইতে অক্সিজেন উৎপন্ন হইতেছে। বার্থোলের পরীক্ষার অক্সিজেন উৎপন্ন হয় সত্য, কিন্তু উহা আসে জল হইতে, শীলের প্রাপ্ত গ্যাস হইতে নয়। ১৭৮১ সালে ক্যাভেন্ডিশ প্রথম প্রমাণ করেন, জল হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের যোগ। বার্থোলে জলকে যোগ হিসাবে ধরিয়া সিদ্ধান্ত করিয়াছিলেন ল্যাভয়সিয়ারের সিদ্ধান্ত অত্রান্ত। ইহার পর প্রায় পঁয়ত্রিশ বৎসর আর কোন উল্লেখযোগ্য পরীক্ষা গ্যাসটির উপর হয় নাই। ১৮১০ সালে ব্রিটিশ বিজ্ঞানী হামফ্রে ডেভি ভাবেন—শীলের প্রাপ্ত গ্যাসটি যদি প্রকৃতই একটি অক্সাইড হয়, তবে গ্যাসটির মধ্যে কার্বন, সালফার বা ফসফরাস পোড়াইলে নিশ্চয়ই উহাদের অক্সাইড উৎপন্ন হইবে। তিনি পরীক্ষা চালাইয়া দেখেন যে, কোন ক্রমেই এইভাবে অক্সাইড তৈয়ারী করা যায় না। তিনিই সর্বপ্রথম ঘোষণা করেন যে, এই তথাকথিত অক্সি-মিউরিয়াটিক অ্যাসিড একটি মৌলিক পদার্থ। সবুজ বর্ণের জন্ত ডেভি ইহার নাম দেন ক্লোরিন (গ্রীক Chloros—কিকে সবুজ)। তাহার পর তিনি প্রমাণ করেন, মিউরিয়াটিক অ্যাসিড ক্লোরিন ও হাইড্রোজেনের যোগ এবং নাম দেন হাইড্রো-জেন ক্লোরাইড ও উহার জলীয় দ্রবণের নাম দেন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড। অতএব ক্লোরিন আবিষ্কারের প্রধান কৃতিত্ব বিজ্ঞানী শীলের এবং ইহাকে একটি মৌলিক পদার্থ হিসাবে প্রমাণিত করিবার গৌরব বিজ্ঞানী ডেভির।

ক্লোরিন ও ক্লোরিন গ্যাসের আবিষ্কারের ইতিহাস সুদীর্ঘ হইলেও হ্যালোজেন গোষ্ঠীর অপর দুই সত্যের আবিষ্কারের ইতিহাস খুব দীর্ঘ নয়।

হ্যালোজেন পরিবারের তৃতীয় সত্যের আবিষ্কারের গৌরব বিজ্ঞানী ব্যালার্ডের ১৮২৬ সালে। সমুদ্রজল হইতে সাধারণ লবণ (NaCl) কেলানিত করিয়া লইবার পর যে শেষ দ্রব পড়িয়া থাকে, তাহার মধ্যে ক্লোরিন গ্যাস পরিচালনা করিয়া

তিনি একটি তীব্র গন্ধযুক্ত গাঢ়, রক্তিম বর্ণের পদার্থ আবিষ্কার করেন। তীব্র গন্ধের জন্য পদার্থটির নাম হয় ব্রোমিন।

বিজ্ঞানী ক্লোরো 1812 সালে চতুর্থ হ্যালোজেন আয়োডিন আবিষ্কার করেন। সামুদ্রিক উদ্ভিদ-তন্ত্রকে সাধারণতঃ কেবল বলে। ক্লোরো এই কেবলকে গাঢ় H_2SO_4 অ্যাসিডসহ উত্তপ্ত করিয়া সুন্দর বেগুনী রঙের একপ্রকার গ্যাস পান। বস্তুতঃ ইহাই আয়োডিন। আয়োডিন

বেমৌলিক পদার্থ, তাহা প্রমাণ করেন বিজ্ঞানী ডেভি ও গে-লুসাক। ডেভি হাইড্রো-আয়োডারিক (HI) অ্যাসিডও আবিষ্কার করেন। সুন্দর বেগুনী বর্ণের জন্য মৌলটির নাম হয় আয়োডিন।

হ্যালোজেন পরিবারের আরেকটি মৌলের নাম অ্যাস্টেটাইন। ইহা তেজস্ক্রিয়তা উৎপাদক ও অস্বাভাবিক।

সংক্ষিপ্তভাবে ইহাই হইল হ্যালোজেন পরিবারভুক্ত সত্যাদের আবিষ্কারের কাহিনী।

সঞ্চয়ন

ভারত প্রভৃতি রাষ্ট্রে কৃষি-বিপ্লব

সাম্প্রতিক কালে পৃথিবীর বহু দেশে কৃষিশাস্ত্র উৎপাদনের ক্ষেত্রে বিপ্লব ঘটেছে। নতুন ধরণের ধান ও গম উদ্ভাবিত হওয়ার এবং উন্নততর পদ্ধতিতে চাষ-আবাদের ফলে নানা দেশে কসল উৎপাদনের পরিমাণ অক্লান্ত বৃদ্ধি পেয়েছে যে, এরকম বৃদ্ধি এর আগে আর দেখা যায় নি। ভারতের বিহারে খাদ্যভাব প্রায় লেগেই থাকতো। ঐ রাজ্যে যেখানে পূর্বে প্রতি একর জমিতে 720 পাউণ্ড গম উৎপন্ন হতো, আজ সেখানে এক নতুন ধরণের গম চাষের ফলে 1300 পাউণ্ডেরও বেশী গম উৎপন্ন হচ্ছে। সিংহলে গত দু-বছরে খাদ্যোৎপাদন বেড়েছে শতকরা 34 ভাগ। তুরস্কে যেখানে প্রতি একর জমিতে মাত্র 22 ব্‌শেল গম উৎপন্ন হতো, সেখানে বর্তমানে 52 ব্‌শেল গম উৎপন্ন হচ্ছে। পশ্চিম পাকিস্তান ছিল চিরকালের খাদ্যভাবগ্রস্ত অঞ্চল। সেখানে বাইরে থেকে খাদ্য আমদানী করে এই অভাব মেটাতে হতো। বর্তমানে ঐ এলাকাও খাদ্যে স্বয়ংসম্পূর্ণ হয়ে উঠেছে।

আমেরিকার রকফেলার ফাউন্ডেশন এই

নতুন ধরণের গম ও ধান উদ্ভাবনে বিভিন্ন দেশের শাস্ত্রের উৎপাদন বৃদ্ধিতে গত পঁচিশ বছরের মধ্যে প্রচুর সাহায্য করেছে। এক্ষেত্রে তাদের বহু অবদান রয়েছে।

ফাউন্ডেশনের প্রেসিডেন্ট ডাঃ জে. জর্জ হারার তথাকথিত এই সবুজ বিপ্লব সম্পর্কে সম্প্রতি বলেছেন যে, পৃথিবীর নানা দেশের খাদ্যোৎপাদন বহুল পরিমাণে বৃদ্ধির ফলে বিপ্লব ঘটলেও এই ছনিয়ায় এখনও 150 কোটি লোক খেতে পায় না, প্রতিদিনই অপুষ্টির জন্য দশ হাজার লোক মৃত্যুমুখে পতিত হয়। তারপর কোন কোন অঞ্চলে পুষ্টির খাওয়ার অভাব রয়েছে। কিন্তু সেই সব অঞ্চলে জনসংখ্যা দিন দিন বেড়েও বাচ্ছে। ফলে খাদ্যভাব দূর হচ্ছে না, অবস্থা আরও সঙ্কীর্ণ হয়ে পড়ছে। জনসংখ্যা নিয়ন্ত্রণ করা, স্থিতিশীলতা বজায় রাখা যে একান্ত কর্তব্য, এই বিষয়ে ঐ সকল অঞ্চলবাসী এবং তাদের সরকার অবহিত না হলে, কার্যকরী ব্যবস্থা অবলম্বন না করলে অবস্থার আরও অবনতি ঘটবে।

1970 সালে রকফেলার ফাউন্ডেশনের যে সকল কাজকর্ম হয়েছে, সে বিষয়ে একটি প্রতিবেদন সম্প্রতি প্রকাশিত হয়েছে। ডাঃ হারার এই প্রতিবেদনেই এই সকল কথা লিখেছেন।

তিনি এই প্রসঙ্গে খাদ্যবর্জন এবং জনসংখ্যা নিয়ন্ত্রণ—এই দুটি নিদারুণ সমস্যার কথা স্বীকার করেছেন। কিন্তু তিনি আরও বলেছেন যে, পরবর্তী তিন দশকের মধ্যে দুনিয়ার সকল মানুষের উপযোগী যথেষ্ট পরিমাণে খাদ্যোৎপাদনের ক্ষমতা বর্তমান পৃথিবীর রয়েছে। তবে তার জন্মে 1970 সালে যে পরিমাণ খাদ্য উৎপন্ন হয়েছে, তার তিন থেকে চারগুণ বেশী খাদ্য উৎপাদন করতে হবে।

সবুজ বিপ্লব ধনীকে আরও ধনী এবং দরিদ্রকে আরও দরিদ্র করেছে—এই অভিযোগ সম্পর্কে ডাঃ হারার বলেছেন যে, পল্লীর প্রগতিশীল বর্ষিক কৃষকেরাই প্রথম নতুন বীজ রোপণের এবং নতুন পদ্ধতিতে চাষ করার সুযোগ নিয়েছে। ছোট-খাটো কৃষকেরা পরে তাদের অহুসরণ করেছে। ভারতে প্রায় আড়াই কোটি খামার এই সবুজ বিপ্লবের ফলে উপকৃত হয়েছে। এর মধ্যে শতকরা 62টিতে জমির পরিমাণ ছিল পাঁচ একর অথবা তারও কম।

নতুন পদ্ধতিতে চাষ-আবাদের ফলে পল্লী-অঞ্চলে বেকার সমস্যার সৃষ্টি হয়েছে বলেও অনেকে বলে থাকেন। ডাঃ হারার এই প্রসঙ্গে বলেছেন যে, সবুজ বিপ্লব নয়, জনসংখ্যা বৃদ্ধিই এই বেকার সমস্যার কারণ। নতুন ধরণের বীজ রোপণের ফলে ভারতের উত্তর প্রদেশে এবং কিলিপাইনসে কাজকর্মের ক্ষেত্র বহুল পরিমাণে প্রসারিত হয়েছে, ব্যবসা-বাণিজ্যের পরিমাণ এবং ভোগ্যপণ্যের লেনদেন বেড়ে গেছে। নতুন ধরণের শস্তের চাষে পরিশ্রম অনেক বেশী করতে হয়। তার

জন্মে প্রয়োজন হয় উপযুক্ত বীজ, সার, চাষ-আবাদের সাজসরঞ্জাম, উপযুক্ত পরিমাণ কৃষিখণ্ড ও বন্টন ব্যবস্থার। তারপর ফসলের উৎপাদন বৃদ্ধির ফলে সেই অঞ্চলে সমৃদ্ধি আসে, নতুন নতুন কাজ কর্মের সৃষ্টি হয়, ব্যবসা-বাণিজ্য বেড়ে যায়। সুতরাং সবুজ বিপ্লবের ফলে বেকারীর বৃদ্ধি হয় নি, বরং নতুন নতুন কাজ-কর্মের সৃষ্টি হয়েছে।

অনেকে এই প্রসঙ্গে আরও বলে থাকেন যে, এর ফলে বাজারের চাহিদার তুলনায় অতিরিক্ত খাদ্যশস্য সরবরাহ করার সমস্যার সৃষ্টি হচ্ছে। ডাঃ হারার এর উত্তরে বলেছেন যে, এরকম কোন সমস্যার সৃষ্টি হয় নি। ভারত প্রভৃতি রাষ্ট্রে জনসংখ্যা বৃদ্ধিই আসল সমস্যা। বর্তমানে যে হারে জনসংখ্যা ঐ সকল দেশে বাড়ছে, তারই পরিপ্রেক্ষিতে দুর্ভিক্ষের কবল থেকে রক্ষা পেতে হলে ঐ সকল দেশে 1985 সালের মধ্যে খাদ্যোৎপাদনের পরিমাণ শতকরা 80 ভাগ বাড়তে হবে।

ডাঃ হারার ঐ প্রতিবেদনের উপসংহারে বলেছেন যে, কৃষি-বিপ্লবে স্কুল সকলেই বাতে পেতে পারে, তার জন্মে ছোটখাটো, কৃষকেরা যাতে অধিকতর পরিমাণে কৃষিখণ্ড পায় এবং শস্তের বাজার দরের ওঠা-নামার জন্মে তারা যাতে ক্ষতি-গ্রস্ত না হয়, তার ব্যবস্থা করতে হবে এবং কৃষিপণ্যের কেনাবেচা ও বন্টনের সুযোগ সুবিধার ক্ষেত্র আরও প্রসারিত ও আরও উন্নত করতে হবে। তাছাড়া কৃষি উৎপাদনের নতুন পদ্ধতি নতুন নতুন ক্ষেত্রে প্রয়োগের ব্যবস্থা করতে হবে, কৃষি সম্প্রদায়ের কর্মীদের কাজে লাগাতে হবে, কৃষকদের কঠোর পরিশ্রমী হতে হবে এবং পল্লী অঞ্চলে ক্ষুদ্র শিল্প ও ব্যবসা-বাণিজ্য কেন্দ্র প্রতিষ্ঠার জন্মে উদ্যোগী হতে হবে।

আমেরিকার মহাকাশ কার্যশূচী

জুলাই (1971) থেকে 1972 সালের ডিসেম্বর মাস পর্যন্ত অ্যাপোলো 15, অ্যাপোলো 16 এবং অ্যাপোলো 17 আমেরিকার এই তিনটি চন্দ্রাভিযান পরিকল্পনা রূপায়িত হবে বলে স্থির হয়েছে। গত 26শে জুলাই অ্যাপোলো 15 চন্দ্রাভিযান শুরু করেছে এবং আগামী বছরের (1972) মার্চ মাসে অ্যাপোলো 16 এবং ঐ বছরের ডিসেম্বর মাসে শুরু হবে অ্যাপোলো 17-এর অভিযান। এই তিনটি অভিযানের পর চন্দ্রলোকে তথ্যগ্রহণকারী অভিযান চালানোর পরিকল্পনা অ্যাপোলো কার্যশূচীর পরিসমাপ্তি ঘটবে।

তারপরে শুরু হবে মহাশূভে গবেষণাগার বা স্টাইল্যাব ও মহাকাশকেন্দ্র বা স্পেস স্টেশন স্থাপনের এবং পৃথিবী ও মহাকাশের মধ্যে যাতায়াতের জন্তে বিশেষ ধরনের মহাকাশযান নির্মাণের প্রস্তুতি, অজানাতে জানবার জন্তে বৃহত্তর মহাকাশ পরিকল্পনার রূপায়ণ।

মহাশূভের গবেষণাগার বা স্টাইল্যাব—বর্তমানে আমেরিকার আলাবামা রাজ্যের হাউসভিলের মার্শাল স্পেসফ্লাইট সেন্টারের সুউচ্চ বিশাল ভবনে এই গবেষণাগার নির্মাণের কাজ চলছে। মহাশূভের এই গোলাকার গবেষণাগারে বা স্টাইল্যাবে আসবাবপত্র, বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি ও সাজসরঞ্জাম বসানো হচ্ছে।

1973 সালের মার্চ মাসে এই গবেষণাগারটি পৃথিবীর কক্ষপথে স্থাপন করা হবে। এটি হবে পাঁচ কামরা বিশিষ্ট একটি বেশ বড় বাড়ী। এতে তিনজন মানুষের উপযোগী একটি শয়ন ঘর, একটি রান্না ঘর, একটি আনের ঘর এবং একটি বড় গবেষণাগার থাকবে অর্থাৎ মহাশূভে বসবাসের এবং কাজ করার সকল রকম সুযোগ-সুবিধাই এতে থাকবে।

সম্প্রতি সোভিয়েট রাশিয়া স্পানিউট-সমুজ 11 কসমোড্রোম নামে যে গবেষণাগারটি পৃথিবীর কক্ষপথে স্থাপন করেছিল, তার সঙ্গে অনেকেরই এই স্টাইল্যাবের তুলনা করে থাকেন। সোভিয়েটের ঐ মহাশূভের গবেষণাগারেও বসবাসের এবং কাজকর্ম করার জন্তে পৃথক পৃথক কামরা ছিল। 40 ফুটের মত জায়গা নিয়েছিল ঐ সকল কামরা এবং বাসগৃহ। গবেষণাগার প্রভৃতি সবকিছু নিয়ে কসমোড্রোমের ওজন 28 টন। কিন্তু স্টাইল্যাবের মোট ওজন 90 টন এবং মহাকাশচারীদের জন্তে তাতে জায়গা থাকবে কসমোড্রোমের তুলনার তিনগুণ বেশী।

মহাকাশে স্থাপিত কৃত্রিম উপগ্রহের অয়ংক্রিয় যন্ত্রপাতির সাহায্যে আবহাওয়া সম্পর্কে নানা তথ্য, যেমন—সমুদ্রপৃষ্ঠের তাপমাত্রা, সমুদ্রে স্রোতের পরিমাণ প্রভৃতি তথ্যাদি পৃথিবীতে সরবরাহ করা হয়। ঐ সকল উপগ্রহের যন্ত্রপাতি ভূগর্ভে সঞ্চিত থাকত সম্পদ এবং সামুদ্রিক মৎস্তের সন্ধান দিয়ে থাকে। তাছাড়া কৃষি এবং ধনসম্পদ সম্পর্কে নানা তথ্যও ঐ সকল যন্ত্রপাতি পৃথিবীতে সরবরাহ করে। ঐ সকল সাজসরঞ্জাম এবং যন্ত্রপাতি ঐ গবেষণাগার বা স্টাইল্যাবে থাকবে। স্টাইল্যাবের বিজ্ঞানীরা ঐ সকল যন্ত্রপাতির কার্যকারিতা পরীক্ষা করে দেখবেন এবং এজন্তে পৃথিবীর সঙ্গে যোগাযোগ রক্ষা করে চলবেন। ঐ সকল যন্ত্রপাতি পরীক্ষা করে দেখা এবং সংশোধনের পর অয়ংক্রিয় কৃত্রিম উপগ্রহে ঐ সকল তথ্যসন্ধানী যন্ত্রপাতি স্থাপন করা হবে।

পৃথিবীর আবহমণ্ডলের জন্তে অতি শক্তিশালী দূরবীক্ষণের সাহায্যেও সূর্যের সম্পর্কে সঠিক তথ্য ও চিত্রাদি গ্রহণ সম্ভব হয় না। স্টাইল্যাব থাকবে পৃথিবীর আবহমণ্ডলের বহু উর্ধ্বে এবং তাতে থাকবে অতি শক্তিশালী দূরবীক্ষণ যন্ত্র। ঐ যন্ত্রের

সাহায্যে এই পৃথিবীর শক্তির প্রধান উৎস সূর্য সম্পর্কে বহু তথ্য সংগ্রহ করা সম্ভব হবে, আবহাওয়া সৃষ্টিতে সূর্যের প্রভাব এবং পৃথিবীর অবস্থা সম্পর্কে অনেক কিছু জানা যাবে।

সূর্যের মধ্যে অনন্ত শক্তি উৎপন্ন হচ্ছে কি প্রক্রিয়ায়? এই তথ্যগুণসম্বন্ধের ফলে তা জানা গেলে পৃথিবীতে সেই প্রক্রিয়ায়ই সস্তার ও সহজে বিদ্যুৎশক্তি উৎপাদন করা সম্ভব হতে পারে।

ভারশূন্য পরিবেশে গতিত পদার্থসমূহ সমান-ভাবে ঘনীভূত ও বিস্তৃত হয়ে থাকে। পৃথিবীতে কিন্তু তা হয় না। এখানে বহু রকমের পদার্থের বন্ধন মিশ্রণ করা হয়, তখন ভারী পদার্থসমূহ তলার এসে জমা হয়। মহাশূন্যে তা হবে না। তাই মহাশূন্যের পরিবেশে নানা বস্তুর নির্মাণ সম্পর্কে পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালানো হবে।

ভারশূন্য অবস্থায় বেশী দিন থাকলে মানবদেহের উপর কি প্রতিক্রিয়া হতে পারে, সে বিষয়েও ঐ গবেষণাগারের মহাকাশচারীদের মাধ্যমে অনেক কিছু জানা যাবে। তাদের স্বাস্থ্য ও রোগ সম্পর্কে এর মাধ্যমে যে সকল তথ্য সংগৃহীত হবে, তা ভবিষ্যতে গ্রহান্তর যাত্রার উপযোগী মহাকাশযান নির্মাণের পক্ষে বিশেষ সহায়ক হবে। এই সকল তথ্যের ভিত্তিতে সুদীর্ঘ গ্রহান্তর যাত্রার মহাকাশ-যাত্রীদের স্বাস্থ্যের উপযোগী মহাকাশযান নির্মাণ সম্ভব হবে।

যাত্রীবাহী মহাকাশযান—এছাড়া ছোট যাত্রীবাহী মহাকাশযান নির্মাণেরও পরিকল্পনা করা হয়েছে। এই সকল যান মহাকাশকেন্দ্র বা স্পেস স্টেশনে ও মহাকাশস্থিত গবেষণাগারে যাত্রী ও গবেষকদের পৌঁছে দিবে। দু-জন চালক, রারোজন যাত্রীকে ঐ সকল মহাকাশযানে পৃথিবীর কক্ষপথ পর্যন্ত নিয়ে যেতে পারবেন। ঐ সকল যান সৌজাত্মক রকেটের মত মহাকাশ অভিমুখে উঠে যাবে। তারপর পৃথিবীর সমান্তরালভাবে বিমানের

মত চলবে। বিজ্ঞানীরা ঐ সকল যান থেকে গবেষণা চালাতে পারবেন এবং তাদের পক্ষে সাতদিন পর্যন্ত ঐ যানে অবস্থান করা সম্ভব হবে। তারপর তারা পৃথিবীস্থিত গবেষণাকেন্দ্রসমূহে ফিরে আসবেন।

ভবিষ্যতে নানাদিক থেকেই এই সকল যাত্রীবাহী মহাকাশযান খুবই গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা গ্রহণ করবে। বর্তমানে কোন রকেট বা মহাকাশ-যানকে একবারের বেশী মহাকাশে প্রেরণ করা যায় না। কিন্তু এই সকল মহাকাশযান একশো বারেরও বেশী পৃথিবী ও মহাকাশের মধ্যে চলাচল করতে পারবে। ফলে মহাকাশযাত্রার খরচ খুবই হ্রাস পাবে। তখন বর্তমানে যা খরচ পড়ে, তার দশভাগের একভাগ খরচে মহাকাশ সফর করে আসা যাবে।

এছাড়া ঐ সকল মহাকাশযানের যে অংশে মালপত্র থাকে, সেই অংশ থেকে স্বয়ংক্রিয় তথ্য-সম্বাদী উপগ্রহও মহাকাশে ছাড়া যাবে। এখন পৃথিবী থেকে রকেটের সাহায্যে এই সকল উপগ্রহ মহাকাশে প্রেরিত হয়ে থাকে।

এই সকল মহাকাশযান মহাকাশে বহু রকমের ভূমিকাই গ্রহণ করবে। মহাকাশে পৃথিবী প্রদক্ষিণ-রত কোন উপগ্রহের ব্যাটারী নষ্ট হয়ে গেলে অথবা যন্ত্রপাতি বিকল হয়ে গেলে ঐ মাল ও যাত্রী চলাচলকারী মহাকাশযান ব্যাটারী বদল করে দিয়ে আসবে, নষ্ট যন্ত্রপাতি সারাবে এবং ইন্ধন ফুরিয়ে গেলে নতুন ইন্ধন সরবরাহ করবে। কেবল তাই নয়, কোন মহাকাশযান অকেজো হয়ে গেলে, মহাকাশে কোন নষ্ট যন্ত্রপাতি সারানো সম্ভব না হলে, সেই মহাকাশযানটিকেও এই চলা-চলকারী যান পৃথিবীতে ফিরিয়ে নিয়ে আসবে। তবে মহাকাশে এর কাজ হবে খেয়াতরীর মত বা ট্যান্ডার' মত। এই সকল যান পৃথিবী ও আধাস্থায়ী মহাকাশকেন্দ্রের মধ্যে যাত্রী ও

মাল পাঠাণার করবে—এই হবে এদের প্রধান ভূমিকা।

ঐ সকল মহাকাশকেন্দ্র বহু বছর ধরে পৃথিবীর কক্ষপথে থেকে পৃথিবী প্রদক্ষিণ করবে। আর এই সকল যান ট্যান্ড্রি ও বাসের মত যাত্রী, নানা কাঁচা মাল ও উপকরণ ঐ সকল কেন্দ্রে পৌঁছে দেবে। তারপর ঐ সকল কেন্দ্রে যে সকল গবেষণা হবে, ঐ সকল কাঁচামাল দিয়ে যে সকল উপকরণ তৈরি হবে, সে সকল নিয়ে আসবে পৃথিবীতে।

মহাকাশকেন্দ্র বা স্পেস স্টেশন—মহাকাশের ঘাঁটি বা স্পেস স্টেশনসমূহ গোলাকার বহু অংশ জুড়ে তৈরি হবে। প্রত্যেকটি অংশ হবে একটি বাড়ীর মত। একটি অংশের সঙ্গে আর একটির যোগ থাকবে, যেমন বড় বড় অক্সিস থাকে, স্কীর্প পথের মাধ্যমে। প্রত্যেকটি অংশকে বলা হবে মডিউল। বিভিন্ন অংশের বা মডিউলের কাজ হবে বিভিন্ন রকম। কোন অংশে হয়তো থাকবে পৃথিবীর সম্পদ-সম্প্রদায়ী যন্ত্রপাতি ও সাজসরঞ্জাম, কোন অংশে গ্রহ-নক্ষত্র সম্পর্কে তথ্য-সম্প্রদায়ী শক্তি-

শালী দূরবীক্ষণ ও অন্যান্য যন্ত্রপাতি। আর কোন অংশে হয়তো থাকবে ওয়ূথপত্র, প্রাস্টিক এবং ধাতুনির্মিত নানা উপকরণ ও লেজ তৈরির কারখানা। সেই কারখানার তারশুল্ক পরিবেশে বহু নতুন ধরনের জিনিষপত্র তৈরি হবে। রসায়ন, পদার্থ ও জীববিজ্ঞান সম্পর্কে গবেষণার ক্ষেত্রও সেখানে পৃথক পৃথক গবেষণাগার থাকবে। আর কোন অংশে থাকবে গ্রহাগার, প্রেক্ষাগৃহ ও ব্যায়ামাগার। এক-একটি কেন্দ্র হবে এক-একটি ছোট সहर।

সেখানে কাজকর্ম পালাক্রমে নির্বাহিত হবে। বিজ্ঞানী ও শ্রমিকেরা সপ্তাহান্তে বা ছুটিতে পৃথিবীতে ফিরে আসবেন। যাত্রীবাহী যানই তাদের পৃথিবীতে ফিরিয়ে নিয়ে আসবে।

স্বাইল্যাব যে দিন মহাকাশে উৎক্ষিপ্ত হবে, তারপর থেকে অ্যাপোলো পরিকল্পনার নাম আর শোনা যাবে না। তাহলেও অ্যাপোলো পরিকল্পনাই মান্নবের মহাকাশ যাত্রার পথ রচনা করেছে বলে মান্নবের গ্রহান্তরে প্রথম পদক্ষেপের কাহিনী ইতিহাসে অক্ষর হয়ে থাকবে।

বিশ্ব-জ্যামিতি ও মহাকর্ষ-রহস্য

হারেন্দ্রকুমার পাল*

এই সংসারে মাপজোখের অভাব নেই। বাস্তব জগতের একটা বৈশিষ্ট্য হলো—ঘটনা। নীতিগত ভাবে এটা কল্পনা করা যায় যে, প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে বস্তুবিন্দুর গতির দ্বারাই হয় ভৌত ঘটনার উৎপত্তি এবং তা ঘটে দেশ (Space) ও কাল (Time)-কে আশ্রয় করে। ঘটনা নিরীক্ষণ আমাদের নিত্য কর্ম। ঘটনার কার্য-কারণ সম্বন্ধ খুঁজতে গেলে কোথায় এবং কখন ঘটনা ঘটলো, তা জানতে হবে। সে জন্তে দেশ ও কালের মধ্যে ঘটনার অবস্থানই বর্তমান প্রবন্ধে বিবেচ্য, তার প্রকৃতি নয়।

নিউটনের গতি-বিজ্ঞানে 'দেশ' সম্পর্কে জ্ঞান জ্যোতি-সাপেক্ষ হলেও 'কাল'-এর জ্ঞানকে জ্যোতি-নিরপেক্ষ (Absolute) মনে করা হয়; অর্থাৎ আপেক্ষিক গতিসম্পন্ন বিভিন্ন জ্যোতির নিকট ঘটনা সংশ্লিষ্ট কাল-এর প্রতীতিতে কোন পার্থক্য হবে না, যেন সবার ঘড়ি সমান তালেই চলবে। অধিকন্তু একের দৃষ্টিতেও যুগপৎ সংঘটিত দুটি ঘটনা অন্তের দৃষ্টিতেও যুগপৎ বলেই প্রতীয়মান হবে। এখানে নিউটনের সঙ্গে আইন্সটাইনের মতবিরোধ আছে।

কারণ আইন্সটাইন বলেন, আমাদের দেশ ও কাল-এর জ্ঞান সর্বাবস্থায়ই আপেক্ষিক ও অনির্দেশ্য; অর্থাৎ জ্যোতির নিজস্ব গতির একটা নিশ্চিত প্রভাব থাকবে দৃষ্ট ঘটনার স্থান ও উপলব্ধিতে। একের দৃষ্টিতে বা নিকটে, অন্তের দৃষ্টিতে তা দূরে—একের দৃষ্টিতে বা দূরে, অন্তের দৃষ্টিতে তা নুল—একের কাছে বা অতীত, অন্তের কাছে তা ভবিষ্যৎ—এইরূপ। দর্শনের ব্যাপারে বা অপরিবর্তিত, জ্যোতি-নিরপেক্ষ থাকে, তা হলো শুধু দর্শন-প্রক্রিয়ার মাধ্যমে যে আলো, তার

গতিবেগ c । এই দৃষ্টিকোণ থেকে ঘটনার দেশ ও কাল পরস্পরের উপর নির্ভরশীল, পরস্পরের সঙ্গে অবিচ্ছেদ্য সূত্রে গ্রথিত। দেশ ও কাল-কে বিযুক্তভাবে গ্রহণ করলে তাদের সম্পর্কে জ্ঞানের ভ্রান্তি আসা অনিবার্য।

মহাবিশ্বের জ্যামিতিক চিত্র আঁকতে গেলে আগে সাধারণ প্রচলিত জ্যামিতি সম্বন্ধে দু-একটি কথা বলে নেওয়া প্রয়োজন। এই জ্যামিতি অনুযায়ী দেশ-এর অভ্যন্তরে কোন বিন্দুর অবস্থান নির্ণয় অথবা নির্দেশ করতে হলে একটা সুনির্দিষ্ট ত্রিমাত্রিক কাঠামোর (Framework) সাহায্য নিতে হয়। কাঠামোর পদিকল্পনা নানা ভাবেই হতে পারে। দে কার্তে (Des Cartes) প্রবর্তিত প্রণালীতে প্রথমতঃ কোন মূল বিন্দু O থেকে পরস্পরের সঙ্গে লম্বভাবে তিনটি নির্দিষ্ট সরল রেখা OX_1 , OX_2 ও OX_3 টানতে হয়। এগুলিকে বলা হয়, উল্লেখন-অক্ষ (Axes of reference)। এতে প্রতি দুই অক্ষের দ্বারা রচিত হয় একটি করে সমতল। এভাবে পাই তিনটি সমতল। এই সমতলগুলি থেকে বিবেচ্য বিন্দুর ক্ষুদ্রতম দূরত্ব মেপে নিলেই তার যথার্থ অবস্থানের ধারণা মিলবে। যদি (OX_2, OX_3) -সমতল থেকে ঐ দূরত্ব হয় x_1 , (OX_3, OX_1) -সমতল থেকে x_2 এবং (OX_1, OX_2) -সমতল থেকে x_3 , তাহলে x_1 , x_2 , x_3 -কে ঐ বিন্দুর স্থানাঙ্ক (Co-ordinates) বলে। এক্ষেপে মনে করা যাক, P এবং Q এই দুই বর্ণনাতীত কাছাকাছি বিন্দুর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে (x_1, x_2, x_3) এবং $(x_1 + dx_1, x_2 +$

*পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ, বেলুড় রায়কৃষ্ণ মিশন বিশ্ববিদ্যালয়, বেলুড়।

$dx_3, x_3+dx_3)$ । তা হলে ইউক্লিডীয় জ্যামিতির অন্তর্গত পিথাগোরাস-স্থত্রানুযায়ী বিন্দু দুটির পারস্পরিক দূরত্ব ds' পাওয়া যাবে নিম্নোক্ত সমীকরণের সাহায্যে—

$$ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 \dots \dots (1)$$

এই কাঠামোর ক্ষেত্রে ইউক্লিডীয় জ্যামিতির ধারা এবং স্থত্র প্রযোজ্য; তাই একে ইউক্লিডীয় কাঠামো বলে। অতঃপর একে বক্রতাহীন (Flat) বা সরল কাঠামো বলেও অভিহিত করা হবে।

আপেক্ষিক জ্ঞানময় জগৎ যে সত্যাকার জগৎ থেকে নিশ্চিতই ভিন্নরূপী, তা না বললেও চলে। এই মন্তব্যকে স্বীকৃতি দিয়েই বিখ্যেত যথার্থ স্বরূপ অন্বেষণ করতে হবে। তদনুযায়ী মিনকোফ্ফি এক চতুর্মাত্রিক কাঠামোর পরিকল্পনা করেছেন। আইনষ্টাইন একেই তাঁর বিশেষ আপেক্ষিকতাবাদে অবলম্বন করেছেন। এতে পূর্বোক্ত ইউক্লিডীয় কাঠামোর তিন দেশ-মাত্রার সঙ্গে চতুর্থ আর এক মাত্রা জুড়ে দেওয়া হয়েছে। সেটা হলো 'কাল'। এই কাল-মাত্রা OX_4 অন্তর্গত তিন মাত্রার প্রত্যেকের সঙ্গে লম্ব, একরূপ কল্পনা করতে হবে। দেশ ও কাল-মাত্রার সমন্বয়ে গঠিত বলেই একে 'নিরবচ্ছিন্ন দেশ-কাল' (Space-time continuum) বলে। মিনকোফ্ফি একে আখ্যা দিয়েছেন 'চতুর্মাত্রিক জগৎ'। সত্যের খাতিরে নিরীক্ষিত ভৌত ঘটনাকে এই জগতেই স্থাপন করতে হবে। এতে অবস্থিত প্রতিটি বিন্দু একটি ঘটনা বা ঘটনাংশের প্রতীক; কেন না ঐ বিন্দুর স্থানাঙ্কের দ্বারা তার দেশ ও কাল নির্ণীত হতে পারে। এই ব্যবস্থার দেশ-মাত্রা ও কাল-মাত্রার জ্যামিতিক ভূমিকার মৌলিক কোন প্রভেদ নেই। তারা পরস্পরের মধ্যে রূপান্তরসাধ্যও বটে। কাল (t)-কে এক রহস্তময় অক্ষ $CV-1$ দিয়ে গুণ করলেই দেশ-এ রূপান্তরিত হবে। কাল-এর এক সেকেন্ড দেশ-এর তিন লক্ষ কিলো-মিটারের সমতুল্য। বস্তুতঃ ভৌত ঘটনার জগৎ

এই চতুর্মাত্রিক কাঠামোতেই রূপায়িত। তবে ব্যবহারিক ক্ষেত্রে এই কাঠামো যে কার্যতঃ ত্রিমাত্রিক দেশ এবং অন্ত-নিরপেক্ষ কাল-এ বিভক্ত হয়ে যায়, তার মূলে রয়েছে আলোর অনতিক্রম্য প্রচণ্ড গতিবেগ, $c=3 \times 10^{10}$ সে. মি/সেকেন্ড, যার তুলনার অন্ত্যান্ত সচরাচর লভ্য গতিবেগগুলি অকিঞ্চিৎকর। গতানুগতিকভাবে মিনকোফ্ফি-জগৎকে চতুর্মাত্রিক ইউক্লিডীয় 'দেশ' রূপেও গণ্য করা যায় এবং বলা বাহুল্য এই কাঠামোও সরল। (1)নং সমীকরণের অনুকরণে এক্ষেত্রে পাই,

$$ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 + dx_4^2 \\ - dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 - c^2 dt^2 \dots \dots (2), \text{ যেহেতু } dx_4 = \sqrt{-1} dt$$

এই ds -কে বলা হয় ব্যবধান (Interval)। স্থির অথবা চলন্ত দ্রষ্টা নির্বিশেষে ব্যবধানে পরিমাপ হবে এক অভিন্ন অক্ষ, অতএব চরম সত্য।

মিনকোফ্ফি-জগৎটা যেন একখানা মানচিত্র। এতে ঘটনা সংঘটিত হয় না; শুধু 'আছে'। অতীত, বর্তমান ও ভবিষ্যৎ কাল এতে একাধারে বিদ্যুত। এই ভুবনে জন্ম, মৃত্যু নেই, সবাই শাশ্বত, চিরন্তন। কাল প্রবাহমান, তাই এই জগতে দ্রষ্টা এবং দৃষ্ট সবাই কাল-মাত্রার আদি, অন্তহীন যাত্রার পথিক। সবাই স্ব স্ব বস্তু অগ্রসরণ করে চলেছে। এই বস্তুটির নাম বিশ্ব-রেখা (World-line)। ঘটনার প্রকাশ মানে, দ্রষ্টা এবং ঘটনার বিশ্ব-রেখা-দ্বয়ের অন্তর্চ্ছেদ। এই পরিপ্রেক্ষিতে ঘটনা সংঘটিত হয়েছে, এই কথার তাৎপর্য আর কিছু নয়, দ্রষ্টা ঘটনার ভবিষ্যতে প্রবেশ করেছেন, এই মাত্র। বিশ্ব-রেখাসমূহ বর্ধাবধ বিভক্ত হলে তাদের অন্তর্চ্ছেদ বিন্দুগুলিই বিখ্যেত সম্পূর্ণ ইতিহাস বহন করবে। তবে কার কাছে, কখন এবং কোথায় সে ইতিহাস প্রকটিত হবে, সে হলো নিছক ব্যক্তিগত এবং আপেক্ষিক ব্যাপার।

প্রত্যেক দ্রষ্টারই নিজ নিজ অভিকৃতি অনুযায়ী তার কাঠামো রচনা বা সংস্থাপন করবার স্বাধীনতা

আছে। তবে কেউ-ই নিজের কাঠামোকে অপরের কাঠামোর চেয়ে অধিকতর মৌলিক অথবা নিজের নিরীক্ষণকে অপরের চেয়ে অধিকতর সত্য বলে দাবী করতে পারেন না। দ্রষ্টা স্থির থাকলে স্বভাবতঃ তার কাঠামোও স্থির থাকবে; আর চলমান হলে কাঠামো তার সঙ্গে সঙ্গেই চলেবে। মাপজোখ বা, তা ঐ কাঠামোর পটভূমিতেই হবে। এই কারণে ঐ সব পরিমাপ দ্রষ্টার কাছে আপেক্ষিক হতে বাধ্য। কিন্তু কাঠামো স্থির অথবা সমবেগাৱিত (অবশ্য ঘূর্ণনহীন) বা-ই হোক না কেন, প্রতি ক্ষেত্রেই দেখা যাবে, একই প্রাকৃতিক নিয়ম কার্যকরী—এটাই হলো আইনষ্টাইনের বিশেষ আপেক্ষিকতা বাদের মূল নীতি। এই নীতির পরিণামক বাবতীর কাঠামোকে গ্যালিলিয়ান কাঠামো বলে। দ্রষ্টা নির্বিশেষে অনন্ত সত্য দর্শনের উপায় হলো, দেশের সঙ্গে কাল-কে এবং কালের সঙ্গে দেশ-কে অবিচ্ছিন্নভাবে পরিগ্রহণ করা। অবশ্য ব্যবহারিক জগতে সত্য-বেষণের মূল্য বা সুবিধা কতটুকু তা স্বতন্ত্র প্রশ্ন।

চতুর্মাত্রিক কাঠামো প্রসঙ্গে গোড়াতেই একটা আপত্তি এই উঠতে পারে যে, এর প্রত্যক্ষ রূপায়ণ বা ধারণা আমাদের পক্ষে অসম্ভব। আপত্তি নিরসনের জন্তে আইনষ্টাইন বলেন—এই অক্ষমতার কারণ, আমাদের ইজিরাহুভূতির দৈন্ত, কাঠামোর কোন মৌলিক ক্রটি বা অসঙ্গতি নয়। আমরা নিজে ত্রিমাত্রিক জীব বলেই নিরীক্ষিত জগৎকে ত্রিমাত্রিক দৃষ্টিকোণ থেকে দেখতে অভ্যস্ত; তার চতুর্থ মাত্রা আমাদের চেতনার ধরা দেয় না, বিচ্ছিন্ন না হয়ে। সার অলিভার লজ একস্থলে বলেছেন—আমাদের বা কিছু ইজিরের পরিফুর্তি, তা নিহক জীবন-সংগ্রামের তাড়নাতেই, দার্শনিক চিন্তার সহায়ক হবার জন্তে নয়।

ইজিরাহুভূতির সীমাবদ্ধতা কি তাবে পরি-প্রেক্ষিতকে প্রভাবিত করে, তার একটা উদাহরণ-

স্বরূপ মনে করা যাক, একটা কালনিক ত্রিমাত্রিক জীবাত্ম কোন সমতল ক্ষেত্রের উপর দ্রষ্টারূপে অবস্থিত আছে। ঐ ত্রিমাত্রিক সমতলই তার একমাত্র বিচরণ ক্ষেত্র, তার সম্পূর্ণ জগৎ। এর বাইরে অবস্থিত যে তৃতীয় মাত্রা, অর্থাৎ ঐ সমতলের উপর লম্বা যে দিক, তার সম্বন্ধে জীবাত্ম কোন জ্ঞানই নেই। এমতাবস্থায় উপর থেকে কোন বস্তুর পতনের ঘটনা তার নিকট কিরূপ প্রতিভাত হবে? বলা নিশ্চয়স্বয়ং যে, এই পতন সম্বন্ধে সে একেবারে অজ্ঞ থাকবে এবং ঘটনাটিকে সমতলের উপর সেই বস্তুর আকস্মিক আবির্ভাব বলেই মনে হবে তার কাছে। এই দর্শন ত্রিমাত্রিক দ্রষ্টার দর্শন থেকে কত ভিন্ন!

নিরবচ্ছিন্ন দেশ-কাল-এ অবাধ পরিভ্রমারত যাত্রীর ভ্রমণ-পথকে বিশ্ব-বন্ধু (Geodesic) বলে। দেশ-কাল-এ অবস্থিত ক-বিন্দু থেকে ধ-বিন্দু অবধি প্রসারিত অসংখ্য পথের কল্পনা করা যেতে পারে। তবু একটি মাত্র পথই হবে সত্যকার পথ। গতি-বিজ্ঞানের বিধানানুসারে সেই পথই হবে বিশ্ব-বন্ধু, যার দৈর্ঘ্য স্থির (Stationary)। গণিতের তাবায় বিশ্ব-বন্ধুর সমীকরণ হবে $\delta f ds = 0$ এবং এই ধারণার ভিত্তিতেই বাবতীর বিশ্ব-বন্ধুর রূপ উন্মোচিত হতে পারে।

উপরিউক্ত ভূমিকান্তে এবার মহাকর্ষ-তত্ত্বের কথা অবতারণা করা যেতে পারে। কথিত আছে, গাছ থেকে একটি আপেলের মাটিতে পড়বার সাধারণ ক্ষুদ্র একটা ঘটনাই নিউটনকে তাঁর সুবিখ্যাত মহাকর্ষবাদ প্রণয়নে প্রেরণা জুগিয়েছিল। এই তত্ত্বের বক্তব্য হলো—বিশ্বব্রহ্মাণ্ডের প্রতি দুটি বস্তুকণা একে অন্যকে আকর্ষণ করে। সর্বত্রুতে বিরাজমান এই আকর্ষণ বলের নাম মহাকর্ষ। এর পরিমাণ সংশ্লিষ্ট কণাদ্বয়ের ভর-

এর সমাহুপাতিক এবং তাদের মধ্যস্থ যে দূরত্ব, তার বর্গের বিপরীত অহুপাতে বাড়ে-কমে। মহাকর্ষের এক মৌলিক এবং গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য হলো এই যে, তজ্জনিত উদ্ভূত স্বরণ (Acceleration) আকৃষ্ট বস্তুর ভর অথবা ভৌত অবস্থার উপর বিন্দুমাত্রও নির্ভর করে না। এখানেই চৌম্বক অথবা বৈদ্যুতিক আকর্ষণের সঙ্গে মহাকর্ষের পার্থক্য। পৃথিবী নামক বস্তুপিণ্ডের আকর্ষণকে মাধ্যাকর্ষণ বা অভিকর্ষ বলে। বস্তুর ওজন মানে, তার উপর এই অভিকর্ষের একটা পরিমাপ ছাড়া অস্ত্র কিছু নয়।

সুপ্রাচীন কাল থেকেই জানা ছিল যে, সৌর-গ্রহগুলি সূর্যের চারদিকে নিজ নিজ কক্ষপথে ঘোরে। নিউটনের জন্মের বহু পূর্বেই জ্যোতির্বিদ কেপ্লার মহাকাশে সৌরগ্রহ-পরিক্রমার নিম্ন-লিখিত তিনটি নিয়মসূত্র আবিষ্কার করেছিলেন। (1) প্রত্যেক গ্রহের কক্ষপথ হচ্ছে এক উপবৃত্ত (Ellipse), যার একটি নাভিতে থাকে সূর্য। (2) ঐ নাভি (সূর্য) এবং গ্রহ-সংযোগকারী ব্যাসার্ধ-রেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রায়তন রচনা করে চলে এবং (3) গ্রহ-পরিক্রমার পর্যায়কালের বর্গাক্রম উক্ত উপবৃত্ত-সংশ্লিষ্ট অর্ধ-পরাক্ষের (Semi major axis) ঘনাক্ষর সমাহুপাতিক। নিউটনের মহাকর্ষ-তত্ত্ব এই নিয়মত্রয়ের সূত্র গাণিতিক বাখ্যা প্রদানে সফল হয়েছিল। ফলে এই মতবাদটি পদার্থ-বিজ্ঞানী এবং জ্যোতির্বিদ মহলে পরম সমাদরেই স্বর্থিত হয়েছিল।

নিউটনের মতে, গ্রহ-পথের বক্রতার জন্তে দায়ী গ্রহের উপর সূর্যের মহাকর্ষ-বল। কেন না, গতি-বিজ্ঞানে তাঁরই প্রদত্ত প্রথম গতি-সূত্রে পাই—প্রত্যেক বস্তুই নিজ নিজ অচল কিংবা সমবেগাধিত এবং সরল রৈখিক গতিশীল অবস্থার অটুট থাকবে, যদি না কোন বল সে অবস্থার পরিবর্তন সাধনে তাকে বাধ্য করে। অতএব বলের সংজ্ঞা হলো—সেই প্রত্যাব, যা

অচল বস্তুকে সচল করে অথবা সচল বস্তুর গতিতে পরিবর্তন ঘটায়। কাজেই চলন্ত বস্তু তার স্বাভাবিক সরল রৈখিক চলার পথ থেকে বিচ্যুত হলে বুঝতে হবে, এর পশ্চাতে কোন বলের ক্রিয়া রয়েছে। সৌরজগতে গ্রহগুলি আদিতে সরল রেখার বাঁজা আরম্ভ করেছিল, কিন্তু সূর্যের কেন্দ্রাভিমুখী মহাকর্ষ-বলের টানে পড়েই এলো তাদের ক্রান্তিপথের এই বক্রতা।

বলের অহুপস্থিতিতে বস্তুর স্বকীয় অচল অথবা সমবেগাধিত সরল রৈখিক গতিশীল অবস্থা সংরক্ষণের যে প্রবণতা, তাকে তার জাঁড়্যধর্ম (Inertia) বলে।

প্রায় দুই শতাব্দী ধরে নিউটনের উপরিউক্ত চিন্তাধারা অবিসম্বাদী সত্য বলে পদার্থ-বিজ্ঞান ও জ্যোতির্বিজ্ঞানের আসরে একচ্ছত্র আধিপত্যে অধিষ্ঠিত ছিল। কিন্তু বর্তমান শতকের সূচনায় এতেও সংশয় দেখা দিল। আইনষ্টাইন হলেন সেই প্রথম ব্যক্তি, যার মনে প্রশ্ন জাগলো—এক বস্তু কি অস্ত্র বস্তুকে সত্যিই টানে? কেনই বা টানবে? এই কেন-র উত্তর মহাকর্ষ বাদের প্রবক্তা নিউটনের কোন উক্তিতে নেই। মহাকর্ষ যদি নিউটন-প্রদত্ত সংজ্ঞাসূচকী একটা বল হয়, তা হলে ক্রম-বর্ধমান বেগে মাটিতে পড়বার সময় আপেল সত্যিই কোন টান অহুভব করে কিনা (যদি তার অহুভব শক্তি থাকতো) কে জানে? সন্দেহ যখন ক্রমশঃ ঘনীভূত হচ্ছিল, তখন তার নিরসনেরও একটা সূত্রোপদেশ এসে গেল। কিম্বদন্তী আছে, তাঁরই চোখের সামনে একদা এক রাজমিস্ত্রি কোন বাড়ীর ছাদ থেকে হঠাৎ পড়ে যায়। অমনি আইনষ্টাইন তার কাছে ছুটে গিয়ে শুধালেন—আজ্ঞা, তুমি পড়তে পড়তে মীচের দিকে কোন টান অহুভব করেছিলে কি? উত্তর—না। পুনরায় প্রশ্ন করলেন,—তোমার তা হলে, তখন কিরূপ মনে হচ্ছিল? উত্তর—আমার মনে হচ্ছিল, আমি যেন দোলনার চড়ে আরামেই নীচে

নামহি। এই জবাবের মধ্যে আইনষ্টাইন তাঁর সন্দেহের সমর্থন খুঁজে পেলেন।

মহাকর্ষ ব্যাপারটা তাহলে আসতে কি? কেমন করেই বা উদ্ভূত? এই জিজ্ঞাসা আইন-ষ্টাইনের চিন্তার অশান্ত আবেগে তোলপাড় হতে লাগলো। অবশেষে এর ব্যাখ্যায় তাঁর মানস-লোকে উদ্ভাসিত হলো সেই মহাসত্য, যা সাধারণ আপেক্ষিকতা তত্ত্ব নামে পরিচিত। এই তত্ত্বে বিশেষ আপেক্ষিকতা বাদের মূল নীতিকেই সম্প্র-সারিত অর্থে বলা হয়েছে—কাঠামোগুলির গতি-প্রকৃতি বা-ই হোক না কেন, তারা সকলেই প্রাকৃতিক ঘটনা প্রকাশের জন্যে সমতুল্য। আইন-ষ্টাইন বখাষধ দৃষ্টান্তের সাহায্যে এটাও দেখিয়ে দিলেন যে, ক্রমবর্ধিষ্ণু বেগে ধাবিত (Accelerated) কাঠামোতে মহাকর্ষ ক্ষেত্রের অরূপ ক্ষেত্র আবির্ভূত হয়ে থাকে, যদিও গ্যালিলিয়ান কাঠা-মোর পরিপ্রেক্ষিতে সেটা আদৌ সম্ভব নয়।

এই তত্ত্বের প্রয়োজনে আইনষ্টাইন বললেন, পূর্বোক্ত দেশ-কাল নামধের চতুর্ভাজিক জগৎ সর্বত্র সুষম (Uniform) এবং সরল (Flat) নয়। এই জগতের জ্যামিতিক প্রকৃতি নির্দিষ্ট হবে বস্তুর দ্বারা। কেন না, তার বস্তু-সম্বন্ধিত অঞ্চলগুলি হবে বক্র। প্রত্যেক বস্তুকে ঘিরে সে জগতে থাকে এক কুঁজতা (Hummock)। বস্তু-সম্বন্ধানে জগতের যে অংশ, তাকে খাঁটি গ্যালিলিয়ান বলা চলে না এবং তার অন্ত্রে ইউক্লিডীয় জ্যামিতির ধারাগুলি, অর্থাৎ পূর্বোক্ত (1) নং ও (2) নং সমীকরণদ্বয়ও অচল। জগতের এহেন অঞ্চলের অন্ত্রে গাউস (Gauss)-প্রবর্তিত সাধারণ রূপ হবে :—

$$ds^2 = \sum g_{ik} dx_i dx_k, \dots (3)$$

যেখানে $i=1, 2, 3, 4$

$k=1, 2, 3, 4$

এবং g_{ik} —এমন এক গুণক, যা সাধারণভাবে দেশ ও কালের উপর নির্ভরশীল এবং মহাকর্ষ-

ক্ষেত্রের পরিচায়ক প্রতিনিধিত্বরূপ। এই সমী-করণে ব্যবহৃত সাক্ষেতিক চিহ্ন ds^2 -র তাৎপর্য এই যে, i এবং k -র সর্বপ্রকার সম্ভাব্য মান গ্রহণান্তে উৎপন্ন রাশিসমূহের যোগফল নিতে হবে। এখানে উল্লেখ্য, সরল কাঠামোর বেলায় সমীকরণ (3) (2)-তেই রূপান্তরিত হবে।

বস্তু থেকে বহু দূরবর্তী শূন্য অঞ্চলই শুধু সরল, গ্যালিলিয়ান হতে পারে; তখন উপরি-উক্ত গুণক g_{ik} দেশ ও কালের উপর নির্ভর না করে ধ্রুবরাশির দ্বারাই সূচিত হবে। প্রকৃত পক্ষে আইনষ্টাইন নিজেই অবশেষে এই অভিমতও ব্যক্ত করেছেন যে—বস্তুবিহীন শূন্যাঞ্চলেও স্বল্পমাত্রার একটা স্বাভাবিক বক্রতা থাকা অসম্ভব নয় এবং এই সর্বব্যাপী সাধারণ বিকৃতির উপরই বস্তুজনিত কুঁজতা সমারূঢ় থাকে আর বস্তু-মাত্রা যত অধিক হবে, তজ্জনিত বিকৃতিও হবে তত বেশী। অবশ্য স্থূলদৃষ্টিতে বিকৃতির পরিমাণ সাধারণতঃ এতই কম যে, ইউক্লিডীয় জগৎ থেকে সত্যাকার জগতের পার্থক্য সেখানে সামান্যই।

তবু বক্র জগতের গারে বিশ্ব-বস্তুর বক্র হলে, তা হবে জ্যামিতিক কারণেই। এতে কোন অস্বাভাবিকতা নেই। সূর্যের বৃহৎ বস্তুনিগের সম্বন্ধানে বক্র জগতে আছে বলেই গ্রহগুলির ক্রান্তিপথও হয়েছে বক্র। আর নক্ষত্রসমূহ বহু দূরের জ্যোতিষ, শূন্যাঞ্চল বিহারী; তাই তাদের বিশ্ব-বস্তুর গুলিও (প্রায়) সরল। অতএব যাত্রাপথের বক্রতা বা সরলতা একই ভূমির উপর প্রতিষ্ঠিত।

নিউটন ও আইনষ্টাইনের দৃষ্টিভঙ্গী তুলনা করলে দেখা যাবে, আইনষ্টাইনের দৃষ্টিভঙ্গীই অধিকতর মৌলিকতার দাবী করে এবং তা কৃত্রিমতা-দোষ থেকেও মুক্ত। বক্র জগতের সমর্থনে আইনষ্টাইন আরও বলেন যে, এই জগতে শুধু বস্তু কেন, আলোক রশ্মিকে পর্যন্ত বস্তু-সম্বন্ধে

তার স্বাভাবিক সরল পথ থেকে বিচ্যুত হয়ে বক্র বিশ্ব-বস্তুর এই চলতে হবে। দৃষ্টান্তরূপ বললেন, সুদূর তারকানিস্থিত আলোক রশ্মি সূর্যের পাশ দিয়ে পৃথিবীতে আসবার সময় তার সরল রৈখিক পথ থেকে ঈষৎ খলিত হয়ে পড়বে। রোমাঞ্চকর উক্তি সন্দেহ নেই, তবু এটা স্পষ্টতঃই নিরীক্ষণসাধ্য ব্যাপার।

এমন বিপ্রবাক্যক একটা মতবাদ পরীক্ষার কষ্ট-পাথরে বাচাই করবার প্রয়োজন অবশ্যই আছে। কেন না, বিজ্ঞানের আসরে এর গুরুত্ব হবে অপরিসীম। এর উপরই নির্ভর করছে আইন-ষ্টাইন পরিকল্পিত তত্ত্বের বাধার্থ্য। তখন সর্ব-প্রাসী প্রথম ইয়োহান্নাস মহাসময়ের তাণ্ডব চলেছে। তাই সেই পরীক্ষার জন্তে অমূল্য পরিস্থিতি বর্তমান ছিল না। কিন্তু সোভাগ্যের বিষয়, 1919 সালে মহাসময়ের অবসানে তার এক চমৎকার সুযোগ উপস্থিত হয়েছিল। সেই বছর 29শে মে, দক্ষিণ আমেরিকা এবং পশ্চিম আফ্রিকার পূর্ণগ্রাস সূর্যগ্রহণ হবার কথা। পূর্ণগ্রাসের সময় যখন অন্ধকার নেমে আসবে পৃথিবীর বুকে, তখনই সূর্যের সরিহিত তারকানিস্থিত আলোক রশ্মির বক্রাভাবনের প্রকৃষ্ট সময়। রয়েল সোসাইটি এবং রয়েল অ্যাস্ট্রো-নমিক্যাল সোসাইটির উদ্যোগে দুই ব্রিটিশ অভি-যাত্রীদল তাঁদের নিখুঁৎ প্রস্তুতি নিয়ে জাহাজে করে যথাসময়ে রওনা হলেন। দলে ছিলেন

এডিংটন, কটিংহাম, ক্রমেলিন, ডেভিডসন প্রভৃতি ইংল্যান্ডের সেরা জ্যোতির্বিদগণ। এক দল গেলেন ব্রেজিলের সোব্রাল নামক স্থানে এবং অল্প দল গিনি উপসাগরে অবস্থিত প্রিলাইপ দ্বীপে। পূর্ণগ্রাসের বহু-আকাঙ্ক্ষিত ঐতিহাসিক লগ্নি উপস্থিত হওয়ারমাত্রই তাঁদের ক্যামেরা ক্লিক, ক্লিক করে উঠলো। তাঁরা সূর্যের আশেপাশে পরিচিত সাতটি তারকার পর পর অনেক ছবিই ক্যামেরার পটে বন্দী করে ফেললেন। কটোঙলি পরিম্ফুটনের পর মাপজোখ করে দেখা গেল, সত্য সত্যই ঐ তারকাগুলির পরিজ্ঞাত অবস্থানের স্বল্প পরিবর্তন ঘটেছে এবং তার মাত্রাও আইনষ্টাইনের গণনার খুব কাছাকাছি।

প্রসঙ্গতঃ উল্লেখযোগ্য, মহাকর্ষ যদি নিউটনের ধারণানুযায়ী বল-ই হয়, তাহলে আলোক-তরঙ্গের গতিপথের উপর তার কোন প্রভাব মোটেই সম্ভব নয়। তবে যদি আলোর স্বীকৃত তরঙ্গ-রূপ মিথ্যা হয় এবং (নিউটনের) কণিকাবাদ অনুযায়ী আলো তরঙ্গসম্পন্ন কণিকাসমষ্টির প্রবাহ হয়, তাহলে সূর্যের আকর্ষণ ক্ষেত্রে পড়ে তার গতিপথের কিঞ্চিৎ বিচ্যুতি (বক্রতা) সম্ভব হলেও পরিমাণের দিক দিয়ে তা হবে আইনষ্টাইন-বর্ণিত পরিমাণের অর্ধেক মাত্র। তুলনার জন্তে বিচ্যুতির তাত্ত্বিক ও নিরীক্ষিত হিসাবগুলি যথাক্রমে নিয়ে প্রদত্ত হলো :—

তাত্ত্বিক	নিরীক্ষিত
মহাকর্ষবাদ { আলোর তরঙ্গ-রূপ — $0''\cdot0$ { আলোর কণিকা-রূপ — $0''\cdot88$ সাধারণ আপেক্ষিকতা বাদ — $1''\cdot75$	সোব্রাল অভিবান— $1''\cdot98 \pm 0''\cdot12$ প্রিলাইপ অভিবান— $1''\cdot61 \pm 0''\cdot30$

এভাবে বাস্তব পরীক্ষার প্রথমতঃ 1919 সালে এবং পরে পুনর্বার 1923 সালে আইনষ্টাইনের সাধারণ আপেক্ষিকতা তত্ত্ব সংশয়াতীতরূপে

সমর্থিত হলো এবং তৎসঙ্গে এটাও প্রমাণিত হলো যে, মহাকর্ষকে বল মনে করা অনাবশ্যক। বিশ্বের জ্যামিতিক গঠন-সম্পর্কীয় জ্ঞান ধারণা থেকেই

এই বলের ধারণার উৎপত্তি। আইনষ্টাইন দেখিয়ে দিলেন যে, নিউটনের পদ্ধতিতে জগৎকে ইউক্লিডীয় এবং মহাকর্ষকে বল ধরে গণনার কেপ্লার-ন্যূনের যে সিদ্ধান্ত আসে, অবিকল সেই একই সিদ্ধান্তে আসা যায়, ঐ বলকে অস্বীকার করেও কেবলমাত্র মহাকর্ষ-ক্ষেত্ররূপ বক্র বিশ্বের অস্থান থেকেই। বল এক্ষেত্রে বহিরাগত বাহ্যিক মাত্র। অধিকন্তু, নয়া পরিকল্পনার মস্ত বড় একটা সুবিধা এই যে, এতে তথাকথিত মহাকর্ষ-বলকে যথাস্থানে প্রেরণের জন্তে ঐশ্বর্য জাতীয় কোন কাল্পনিক মাধ্যমের আয়ত্ত্ব কিংবা 'স্থানান্তরে প্রতিক্রিয়ার সরাসরি আবির্ভাব (Direct action at a distance) অপরিহার্যতা—এরূপ সঙ্কট এড়ানো চলে।

সাধারণ আপেক্ষিকতা বাদের সমর্থনে ১৯২৪ সালে অ্যাডাম্‌স্ কর্তৃক নিরীক্ষিত অতিকায় নক্ষত্রনিঃসৃত বর্ণালীর উপলোহিত পরিসরণকেও (Redshift) সাক্ষ্যরূপে উপস্থিত করা যায়। এই পরিসরণের হেতু এই যে, সংশ্লিষ্ট আলোক রশ্মিকে উৎস-নক্ষত্রেরই মহাকর্ষ-ক্ষেত্র ভেদ করে আসতে হয় বলে তার শক্তির কিছু অংশ ঘটে এবং ফলে কটোন-কম্পাঙ্ক হ্রাসপ্রাপ্ত হয়। এই ব্যাখ্যা বিতর্কিত হলে উক্ত পরিসরণের মাপজোখ থেকে সেই নক্ষত্রের বস্তুমাত্রা সম্পর্কেও জ্ঞান জন্মতে পারে। নিম্নলিখিত তৃতীয় সাক্ষ্যটি আরো জোরালো। লেভেরিয়ার নামক জ্যোতির্বিদ লক্ষ্য করেছিলেন যে, সূর্যের নিকটতম গ্রহ বুধের ক্রান্তি-পথ মহাকাশে একেবারে স্থির নয়। তার অস্থির বিন্দুটি (Perihelion) অতি দ্রুত গতিতে—প্রতি শতাব্দীতে প্রায় ৪৩" হারে অগ্রসর হচ্ছে। নিউটনের তত্ত্ব এই সমস্তা সমাধানের জন্তে পর্যাপ্ত নয়। একমাত্র সাধারণ আপেক্ষিকতা তত্ত্বই এর সমস্তর দিতে পারে।

অতএব দেখা যাচ্ছে, যে জগৎ বস্তুার্থতঃ চতুর্ধাতিক এবং বক্র, তাকে আপন ধ্যানলব্ধসী-

মত বা অজ্ঞতাবশতঃ ত্রিমাত্রিক ও সরল ধরে নিয়ে তদুপরি ইউক্লিডীয় জ্যামিতির ধারণাগুলি অবাধে প্রয়োগ করে চললে সে প্রান্ত পরিপ্রেক্ষিতে সিদ্ধান্তনিচর নির্ভুল হতে পারে না। বিশ্ব-কাঠামোর প্রকৃত জ্যামিতি এবং আরোপিত মন-গড়া জ্যামিতির মধ্যে আছে যে পার্থক্য বা গরমিল, তাই তথাকথিত বল-রূপে এসে উপস্থিত হয় দ্রষ্টার নিকটে। অধ্যাপক এডিংটন এক স্থলে বলেছেন—বিভাগ্যের ইউক্লিডীয় জ্যামিতি শেষার প্রচলন বলেই কি বিশ্বজ্যামিতিকেও ইউক্লিডীয়ই হতে হবে?

সুতরাং বলতে হয়, গ্রহ-পথের বক্রতা কোন বলসম্মত নয়। মহাকর্ষ আদতে অবিকল্পিত দেশ-কাল-এর গঠনের প্রণের সঙ্গে জড়িত। এটি তার (দেশ-কাল-এর) অন্তরের ব্যঞ্জনা। এক-তারার অন্তরে যেমন তার নিজস্ব সুরটি প্রবাহিত থাকে এবং টকার মাত্রই স্পন্দনের মাধ্যমে সুরটি বেরায়, মহাকর্ষও তেমনি চতুর্ধাতিক বিশ্ব-মেহে ওতপ্রোতভাবেই মিশে আছে। বস্তুর উপস্থিতিতে সে দেহে বিকৃতির মাধ্যমে হয় তার প্রকাশ। মহাকর্ষ নিয়মসূত্রে শৃঙ্খলিত, সুতরাং দেশ-কালরূপ বিশ্বের জ্যামিতিও বিশিষ্ট ধরণেরই হতে বাধ্য। সাধারণ আপেক্ষিকতা বাদের শিক্ষা এই যে, বিশ্ব-বস্তুকে সরল জগতের গারে বক্ররূপে মনে না করে, বক্র জগতের গারে সরল রেখারূপে জ্ঞান করাই বিধেয়।

নতুন দৃষ্টিভঙ্গিতে জাড্যনীতির বয়ানেও কিঞ্চিৎ অদলবদল প্রয়োজন। সংশোধিত বক্তব্য হলো—অচল বস্তু অচল থাকবে এবং সচল বস্তু বিশ্ব বস্তু-ই চলবে ক্রমাগত। জড়তা বস্তুর অপরি-হার্য ধর্ম বিধার কখনো কখনো বস্তু ও জড়তাকে সমার্থবোধক বলেও ধরা যায়। বস্তু বা তার জড়তার কারণেই বিশ্ব-বক্রতার উৎপত্তি আর মহাকর্ষ রূপেই তার অভিব্যক্তি। অতএব বলা যায়, জড়তা ও মহাকর্ষ এক অচ্ছেদ্য বন্ধনে আবদ্ধ।

তাদের তৌত নিয়মাবলীও অভিন্ন। বল-বিজ্ঞানের কোন কোন ব্যাপারে মহাকর্ষকে এড়িয়ে বাওয়া সম্ভব হলেও বস্তু বা জড়তার উপস্থিতি সর্বত্রই আবশ্যিক। তাই অন্ততঃ গৌণভাবেও আইনস্টাইনের মহাকর্ষ-সূত্রই বল-বিজ্ঞানের প্রাণকেন্দ্র।

মহাকর্ষকে বিশ্ব-বক্রতারই একটা লক্ষণ বলে গণ্য করা উচিত। আর বস্তুকে মহাকর্ষ ক্ষেত্রে বিকৃতি সৃষ্টিকারীরূপে না দেখে বিকৃতিটাকেই বস্তু জ্ঞান করা আপেক্ষিকতা বাদের নীতি। এই দৃষ্টিকোণ থেকে বস্তু কোন কারণ নয়, একটা উপসর্গ মাত্র। বিশ্বের জ্যামিতিক গঠন-প্রণালীর শুদ্ধতাই সমস্যা। বস্তু গৌণ এবং স্বতন্ত্রভাবে তার কোন অর্থও হয় না। এই কথার তাৎপর্য এই যে, দেশ-কাল-এর জ্যামিতিই মহাকর্ষ ক্ষেত্র রচনা করে এবং ঐ ক্ষেত্র থেকে পৃথক সত্তা হিসাবে বস্তুকে চিন্তা করা যুক্তিযুক্ত নয়। মহাকর্ষ ক্ষেত্রের অল্পস্থিতিতে ($g_{ik}=0$) দেশ-কাল-এর কোন বাস্তব অস্তিত্বই থাকে না। দার্শনিক দে কার্তের চিন্তাধারার সঙ্গে এই উক্তির বেশ মিল দেখা যায়। কেন না, তাঁর ভাবনাতে দেশ ব্যাপ্তি (Extension) ছাড়া কিছু নয় এবং ব্যাপ্তি বস্তুই বৈশিষ্ট্য। অতএব বস্তু ছাড়া দেশ হয় না; অর্থাৎ পূত্র দেশ অবাস্তব, অলীক কল্পনা। আইনস্টাইন আরো বলেন—মহাকর্ষ-নিয়মই বিশ্বের মোট বস্তুমাত্রা নিয়ন্ত্রিত করবে। যদি তা-ই হয়, তবে নৈসর্গিক সংবিধানে নিশ্চয়ই এমন একটা সূক্ষ্মত ব্যবস্থা থাকি উচিত, যাতে হয়, মহাকর্ষই বস্তু সৃষ্টি করবে, নচেৎ বিশ্বের সমুদয় বস্তু একজোটে হয়ে মহাকর্ষের নিয়মাবলী নির্দিষ্ট করবে।

বস্তুর পটভূমিতে বিশ্বের রূপ-রহস্য উদ্ঘাটিত হতে পারে না। বেহেতু পরিচিত বস্তুমাত্রই অভ্যস্ত জটিল ধরণের সত্তা এবং তার আসল চেহারাও জটিল নেপথ্যে বা অগোচরে থেকে যায়। প্রকৃতির লীলাভূমি বস্তু বা বিদ্যুৎ নয়, সেটা মুখ্যতঃ অগতির বে শূন্যফলে বস্তু বা বিদ্যুৎ

অবস্থিত, সেখানেই নিবদ্ধ। এমতাবস্থায় বিশ্ব-তত্ত্বের চরম, গভীরতম আধ্যাত্মিক হুবোধ্য এবং ভাষায় প্রকাশের পক্ষে দুর্লভ হতে বাধ্য।

বিশ্ব-বক্রতা সম্বন্ধে আবার দুটি সমান্তরাল চিন্তাধারা বর্তমান। একটির প্রবক্তা হলেন স্বয়ং আইনস্টাইন এবং অন্যটির ওলন্দাজ জ্যোতির্বিদ ড় সীটার (De Sitter)।

আইনস্টাইনের মতে, দেশ-কাল-এর শুধু দেশটাই বক্র (গোলাকার), কিন্তু কাল-মাত্রা সরল। অতএব আইনস্টাইন-বিশ্ব এক চতুর্ভাজিক স্তম্ভ (Cylinder)-স্বরূপ। এতে কাল-এর আদি, অন্ত কল্পনাতীত। পক্ষান্তরে দেশ বা ব্রহ্মাণ্ডের বিস্তৃতি অনন্ত নয় এবং মজার কথা এই যে, তার কোন কেন্দ্রবিন্দু নেই। ব্রহ্মাণ্ডের প্রত্যেক বিন্দুর সঙ্গে অবশিষ্টাংশের একই সম্বন্ধ। তার কোন প্রান্ত বা সীমারেখাও নেই। স্তম্ভরূপ তার পরপারে কি আছে?—এরূপ প্রশ্ন অবাস্তব। ব্রহ্মাণ্ড প্রান্তহীন অথচ সসীম, এই স্ববিরোধী উক্তি হেঁয়ালীর মত শোনালেও এতে অসঙ্গতি কিছু নেই। দৃষ্টান্তস্বরূপ বলা যায়, ফুটবলের দ্বিমাত্রিক, গোলাকার পৃষ্ঠদেশও তো সসীম, তবু সেই পৃষ্ঠতলের কোন প্রান্ত অথবা কেন্দ্রবিন্দু আছে কি? আইনস্টাইনের গণনার ব্রহ্মাণ্ডের বস্তুমাত্রা তার সর্বাধিক দূরত্বের সঙ্গে সমান্তরালিক। পর্ববেক্ষণে যতদূর জানা গেছে, ঐ দূরত্ব 10^{18} কিলো-মিটারের কম নয়। এতে ব্রহ্মাণ্ডের তাৎব বস্তুমাত্রা হয় এক ট্রিলিয়ন (10^{15}) সূর্যের সমান, বা জ্যোতির্বিদদের অল্পমিত পরিমাণ থেকে অনেক বেশী। প্রাকৃতিক নিয়মে বিশ্বের কিছু পদার্থ নিত্য লয় হয়ে শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে বাচ্ছে; তাই বিশ্বের সর্বাধিক দূরত্বও ক্রমশঃ কমে আসছে এবং ফলে আইনস্টাইন-কল্পিত বিশ্ব ক্রমশঃ সঙ্কুচিত হচ্ছে।

দার্শনিক মাক্ (Mach) বলেন, দেশ-কাল-এর বিস্তার নির্ভর করবে ব্রহ্মাণ্ডের বস্তুসমষ্টির উপর,

অতএব মহাকর্ষ-নির্যের উপরও বটে। যদি কখনো ঐ বস্তুসমষ্টি বর্ধিত হয়, তা হলে তাকে ধারণ করার জন্যে ব্রহ্মাণ্ডের অতিরিক্ত দেহ-পরিসরও সৃষ্টি হবে। বস্তু না থাকলে ব্রহ্মাণ্ডও টিকতে পারতো না এবং তৎসঙ্গে মহাকর্ষ ও বাবতীয় বস্তু-আশ্রিত ঘটনার সম্ভাব্যতা লুপ্ত হতো। অতএব এখানে দেখতে পাই, আইন-ষ্টাইন ও মাক্ উত্তরের ভৌত দর্শনই মূলতঃ অভিন্ন। ইতিপূর্বে দেশ-কাল মানচিত্রে বস্তু অবিনশ্বর বলে বর্ণিত হয়েছে, কাজেই সেখানে ব্রহ্মাণ্ডকেও শাশ্বত বলে স্বীকার করতে হয়।

ঐ সীটার-কল্পিত বিশ্বের বেলায় কিন্তু দেশ ও কালমাত্রা উভয়েই বক্র, গোলাকার। সুতরাং তার চেহারা হবে অতি-বহুলাকৃতি (Hypersphere like)। এহেন বিশ্বের প্রধান ধর্ম হলো—মূল বিন্দুতে (Origin) অবস্থিত না থাকলে বস্তু-নিচর স্বতঃবিকৃষ্ট হয়ে ক্রমাগত দূর হতে দূরান্তরে বিক্লিপ্ত হতে থাকবে, যদি না পারস্পরিক আকর্ষণ সেগুলিকে একত্রে ধরে রাখে। ফলে এই জগতের পরিধিতেই মাত্র বলয়ের মত বস্তুর অবস্থান সম্ভব, তার অভ্যন্তরে নয়। সচরাচর একে শূন্য-জগৎ বলা হয়। এই জগৎও সসীম। তবে স্বতঃস্ফূর্ত বিকর্ষণের জন্যে বৃদ্ধবৃদ্ধের মত ক্রমশঃ বিস্তারিত হচ্ছে। ডপ্লার প্রক্রিয়া-ভিত্তিক নক্ষত্র-বর্ণালীর নিরীক্ষিত উপলোহিত পরিসরণ এই সম্প্রসারণের সমর্থনে একটি অকাট্য প্রমাণ। সম্প্রসারণশীল বিশ্বের স্বপক্ষে রাশিয়ান গণিত-বিশারদ ফ্রীডম্যানও (Friedman) আর একটি তত্ত্ব উপস্থিত করেছেন। ঐ সীটার-বিশ্বের কাল-মাত্রা আবদ্ধ বৃত্ত হওয়াতে কোথায় কালের আরম্ভ ও শেষ—জানবার উপায় নেই। কাল-প্রবাহে বীজা-বিন্দুতে বার বার প্রত্যাবর্তন, অর্থাৎ ঘটনার পুনরাবৃত্তি সম্ভব। কাল-এর আচরণও অদ্ভুত। যেমন, ঘটনাস্থল দ্বিগুণ দিগন্ত-রেখার যত নিকট-বর্তী হবে, কালের গতি হবে ততই দ্রুত এবং

পরিশেষে দিগন্তে এলে কাল-প্রবাহ একেবারে থেমে যাবে, যেন সে ঘটনার কোন সমাপ্তি নেই।

আইনষ্টাইন-কল্পিত বিশ্ব অতিমাত্রায় বস্তুতে ভরপুর, আর ঐ সীটার-কল্পিত বিশ্ব প্রায় শূন্যগর্ভ। প্রথমটি সঙ্কোচনশীল, দ্বিতীয়টি সম্প্রসারণশীল। এমতাবস্থায়, বিশ্বের প্রকৃত রূপটা কি? অনেকের ধারণা, বিশ্ব দোঁলুলামান অর্থাৎ পর্যায়ক্রমে সঙ্কোচন ও সম্প্রসারণশীল।

একথা অনস্বীকার্য যে, বিশ্বের চতুর্ভাজিক রূপ, ততোধিক তার বক্রতা সাধারণ সহজ কল্পনার ধরা দেয় না এবং পরিশেষে গণিতের ক্রুর আবর্তে নিজেকে হারিয়ে ফেলে। এর জ্যামিতিক সমস্তা-গুলি স্বভাবতঃই দুর্দান্ত জটিল; কিন্তু তা বলে সমা-ধানে উদ্বোধন নয়। সৌভাগ্যের বিষয়—গাউস, রীমান ও রুটকেল প্রমুখ গণিত-পারদমেরা অসা-ধারণ কৃতিত্বের সঙ্গেই সেগুলির মোকাবেলা করেছেন।

আইনষ্টাইনের মতে, মহাকর্ষ ছাড়াও বলশাস্ত্রে ব্যবহৃত অন্যান্য অনেক অতিশা, যথা—ভর, শক্তি, ভর-বেগ, টান, চাপ প্রভৃতি দেশ-কাল-এর বক্রতা সত্ত্বত বিশেষ বিশেষ উপসর্গ, অথবা বক্রতাজ্যোতক বিশেষ বিশেষ গণনাক ছাড়া অস্ত্র কিছু নয়। সুতরাং এগুলি মহাকর্ষ ক্ষেত্রের সঙ্গে ঘনিষ্ঠভাবেই জড়িত। ভর-সংরক্ষণ ও ভর-বেগ সংরক্ষণ নামক নিউটনীয় বল-বিজ্ঞানের দুই প্রধান নীতি আইনষ্টাইনের মহাকর্ষ-নিয়ম থেকে স্বভাবতঃই এসে পড়ে। তবে এই সংরক্ষণকে চতুর্ভাজিক দৃষ্টিকোণ থেকে দেখতে হবে। সুতরাং তা হবে আরো ব্যাপক। ব্যাপক অর্থে, শক্তি-সংরক্ষণ নীতি ও ভর-সংরক্ষণ নীতির অঙ্গীভূত থেকে বিশ্ব-বক্রতার মধ্যেই অভিব্যক্ত রয়েছে। আপেক্ষিকতা বাদে অবশ্য তথাকথিত স্থিতি শক্তির (Potential energy) কোন আভাবিক স্থান নেই।

আভোপাত্ত বিশ্লেষণে দেখা যাচ্ছে যে, গোটা বলশাস্ত্রটাই, অন্ততঃ তার একটা বৃহদংশ, বিশ্ব-

জ্যামিতির মধ্যে অন্তর্লীন হয়ে আছে। পদার্থ-বিজ্ঞান ক্ষেত্রে আজ আমরা এক বৈপ্লবিক পরিস্থিতির সম্মুখীন হয়েছি। নবতর আলোকে এটাই প্রতিভাত হচ্ছে যে, ঐ বিজ্ঞানের অনেক তথ্য, সূত্র এবং নীতি প্রকারান্তরে আমাদের চতুর্দিকে পরিব্যাপ্ত বিশ্বের গঠন-চিত্রই বহন করে আনছে। অবস্থার চাপে পদার্থবিজ্ঞানকে আপেক্ষিকতা বাদের ছাঁচে ঢালাই করে নতুনভাবে গড়ে তোলবার একান্ত আবশ্যিকতা দেখা দিয়েছে। এটা উপলব্ধি করে বিজ্ঞানীরাও হ্রিত গতিতে এই ব্যাপারে এগিয়ে চলেছেন। আইনষ্টাইনের দৃঢ় বিশ্বাস ছিল যে, মহাকর্ষের মতই ইলেকট্রন ও কণ্টোনের

আবির্ভাব এবং বিদ্যুৎ-চৌম্বক ক্ষেত্র-রহস্যও বিশ্ব-জ্যামিতির মধ্যেই নিহিত, যদিও তাত্ত্বিক পর্যালোচনার দেখা যায় যে, বিশ্ব-বস্তুর ব্যাপারে বিদ্যুৎ-চৌম্বক ক্ষেত্রের কোন অবদান নেই। সে যাই হোক, মনে হওয়া স্বাভাবিক যে, পদার্থ-বিজ্ঞান তার স্বাধীন, স্বতন্ত্র সত্তা হারিয়ে ক্রমশঃ বিশ্ব-জ্যামিতির সঙ্গে একাত্ম হতে চলেছে। এটা অগোঁরবের নয়—কেন না, যতই এই জ্যামিতির স্বরূপ অব্যবহিত হতে থাকবে, ততই পদার্থ-বিজ্ঞান আকাজিকত লক্ষ্য বিশ্ব-ছবিও স্পষ্ট থেকে স্পষ্টতর হয়ে আমাদের মানসপটে উদ্ভাসিত হয়ে উঠবে।

অধ্যাপক পুলিনবিহারী সরকার

রমাশ্রমাদ সরকার*

14ই জুলাই (1971) অধ্যাপক পুলিনবিহারী সরকার পরলোকগমন করেছেন। ডক্টর পুলিনবিহারী সরকার রসায়নক্ষেত্রে একটি অরণীয় নাম।

কয়েক বছর আগের কথা। সস্তর বছরের বৃদ্ধ অধ্যাপক সরকার একদিন এক কিলো গম নিয়ে বিজ্ঞান কলেজের লেবরেটরীতে এলেন ছাত্রদের অবাক করে দিয়ে। ক্যাণ্ডি-হাযের একটি ভাল বিকারক (Reagent) হচ্ছে ক্রাইটিক অ্যাসিড। গমের মধ্যে সেই ক্রাইটিক অ্যাসিডের অস্তিত্ব থেকে অধ্যাপকের ধারণা হয় গমের মধ্যে ক্যাণ্ডিগ্রাম থাকলেও থাকতে পারে। ছাত্রদের উপর নির্দেশ পড়লো গম-বিশ্লেষণের। ছাত্রেরা কিন্তু হচ্ছে-হবে করে বেশ কিছু দিন ব্যাপারটা এড়িয়ে গেলেন। একদিন সকাল দশটার কলেজে এসে তাঁরা সবিস্ময়ে লক্ষ্য করলেন, বৃদ্ধ অধ্যাপক নিজেই গম

নিয়ে উঠেপড়ে লেগেছেন। ছাত্রেরা লজ্জিত হলেন। বেশ কিছুদিন পশ্চন্ন করে শেষ পর্যন্ত ক্যাণ্ডিগ্রাম আর পাওয়া গেল না। কিন্তু একটুও বিচলিত না হয়ে অধ্যাপক সহান্ত্র বলে উঠলেন—আরে কেমিষ্ট্রিতে অমন হয়েই থাকে।

সস্তর বছর বয়স পর্যন্ত জীইরে রাখা এই উৎসাহ-উদ্বীপনার মূচনা কিন্তু অনেক আগে থেকেই। বস্তুতঃ অষ্টভব রসায়নের জটিল প্রকৃতিকে করায়ত্ত করবার ক্ষমতা অধ্যাপক সরকারের যেন সহজাত ছিল। তাঁর রাসায়নিক-জীবনের প্রথম পর্যায়ে যখন তিনি ক্রালে অধ্যাপক যুরবার (Urbain) কাছে গবেষণা করতে যান, তখন যুরবার তাঁর হাতে কোন ছককাঁচ কাজ তুলে দেন নি, তুলে দিয়েছিলেন একখণ্ড খনিজ—থরভাইটাইট।

*রসায়ন বিভাগ, নিউ আলিপুর কলেজ, কলিকাতা-27

স্থানভিষায়ের এই আকরিক থেকে বিত্তহীন স্ক্যা-
গিয়াম আহরণ করে তারপর অধ্যাপক সরকারকে
নিজের গবেষণা করতে হয়েছিল। শুধু তাই
নয়, গবেষণার শেষে তাঁর তৈরি বৌগ পদার্থগুলি
থেকে বিভিন্ন উপাদান-খাড়া, প্রধানতঃ স্ক্যাগিয়াম
ও গ্যাডোলিনিয়াম তিনি প্রায় পুরামাত্রায়ই



অধ্যাপক পুলিনবিহারী সরকার

পুনরুদ্ধার করেছিলেন। তরুণ গবেষকের এই নিষ্ঠা
এবং দক্ষতার অধ্যাপক সুরবা সেদিন বিস্মিত না
হয়ে পারেন নি।

অথচ তারলে অবাক হতে হয়, পরবর্তী কালে
তারতবর্ষে বিশ্লেষণী অঙ্কের রসায়নের (Analy-
tical Inorganic Chemistry) গোড়াপত্তন-
কারী অধ্যাপক সরকারের রসায়নবিদ হওয়াটাই
একটা অনিশ্চয়তার মধ্যে আবুহিত হয়েছে।
বাঁশাপুত্রের মামাবাড়ীতে 1894 সালে তাঁর জন্ম

হয়েছিল। ঠাকুরা ৬বাদবচন সরকার ছিলেন
সোনারপুর-বাদবপুর অঞ্চলের প্রচুর ভূ-সম্পত্তির
মালিক। অধ্যাপক সরকারের বাবা ৬বসন্তকুমার
সরকার অবশ্য তমলুকে গিয়ে বসবাস শুরু করেন।
সেখানে তিনি ছিলেন একজন প্রতিভাশালী আইন-
জীবী। ছেলে পুলিনবিহারীও একজন বড় আইন-
বিশারদ হবে, এই ছিল বাবার ইচ্ছা। পুলিন-
বিহারীর মা কিন্তু এর ঘোর বিপক্ষে ছিলেন।
ছেলের অধ্যয়নশীল নিবিষ্টচিত্ত প্রকৃতির স্বরূপ
উপলব্ধি করে তিনি বুঝেছিলেন, অর্থায়নের চেয়ে
বিশ্বার্জনেই এই ছেলে বড় হতে পারবে। অধ্যাপক
সরকারের পরবর্তী জীবনে তাঁর মায়ের এই
তবিশ্বদ্বাণী সত্য হয়ে উঠেছিল।

বিজ্ঞানব্রতে উদ্বুদ্ধ করতে অধ্যাপক সরকারের
ছাত্র-জীবনের পরিবেশের অবদানও বড় কম নয়।
আচার্য জগদীশচন্দ্র-প্রফুল্লচন্দ্রের আদর্শে অল্প-
প্রাপিত তাঁর অপরাপর সহপাঠীরাও পরবর্তী
জীবনে বিজ্ঞানের সেবার আত্মনিয়োগ করে
গেছেন—মেঘনাদ সাহা, জ্ঞানচন্দ্র ঘোষ, সত্যেন্দ্র-
নাথ বসু—এঁরা সবাই ছিলেন তাঁর সমসাময়িক।
কৃতিত্বের সঙ্গে এম. এস-সি. পাশ করে কলকাতা
বিশ্ববিদ্যালয়ে রসায়নের অধ্যাপক হিসাবে বোগ
দেবার কিছুদিন পরেই তিনি সহকর্মী হিসাবে
পেরেছিলেন আর একজন নিবেদিতপ্রাণ রসায়ন-
বিদকে—অধ্যাপক প্রিয়দারজন রায়। 1916 সালে
সেই যে তিনি বিজ্ঞান কলেজের সেবার নিজে
নিয়োজিত করেছিলেন, জীবনের শেষ পর্যন্ত তাঁর
কোন ব্যতিক্রম ঘটে নি। 1925 থেকে 1928,
এই তিন বছর কালে কাটানো ছাড়া 1969 সাল
পর্যন্ত বিজ্ঞান কলেজই ছিল তাঁর সাধনক্ষেত্র।
1960 সালে বিভাগীয় প্রধান হিসাবে চাকুরী থেকে
অবসর নেবার পরেও 1969 পর্যন্ত তিনি সক্রিয়-
ভাবে গবেষণা পরিচালনা করেছেন। তার পরেও
হিসাত্তর বছর বয়স পর্যন্ত বহু বার এই বুদ্ধ অধ্যা-
পককে বিজ্ঞান কলেজে দেখা গেছে, রসায়ন-

চর্চার অদম্য উৎসাহ তাঁর বয়সকে হার মানিয়েছিল।

অধ্যাপক সরকার নিজে ছিলেন নিষ্ঠাবান রাসায়নিক, রসায়ন ছিল তাঁর ধ্যান-জ্ঞান। অস্ত্রেরাও রসায়নকে তাঁদের জীবনে নিষ্ঠার সঙ্গে গ্রহণ করবে, এই ছিল তাঁর একান্ত কাম্য। আপাত জ্ঞানাত্মক হাঙ্গামার স্তরের ছাত্রেরা বাতে রসায়নের দরবারে এসে ভীড় করবার সুযোগ না পায়, পেন্ডিক ছিল তাঁর সত্যক দৃষ্টি। এতে অনেক সময়ই তাঁকে সকলের অশ্রিয় হতে হয়েছিল, কিন্তু রসায়নের সরস্বতী তাতে থুশীই হয়েছেন। আজ ফাষ্ট ক্লাশ আর ডি-ফিল-এর ছড়াছড়ি সঙ্গেও সারা দেশে রসায়ন বিভাগ পঠন-পাঠনের সামগ্রিক মান ও তার তথ্য পৰ্যালোচনা করলে অধ্যাপক সরকারের অভাব বড় বেশী প্রকট হয়ে ওঠে।

আপাতকণ্ঠে তীক্ষ্ণদৃষ্টি অধ্যাপকের সঙ্গে প্রথম পরিচয়ের আতঙ্ক কাটিয়ে যারা তাঁর নিকটে আসতে পেরেছেন, তাঁদের কাছে কিন্তু অধ্যাপক সরকারের ছাত্রবৎসল মধুর রূপটি অচিরেই ফুটে উঠেছে। যে কোন বিষয়েই হোক, লাইব্রেরীতে গিয়ে হাত্‌ডানোর আগে ছাত্রেরা প্রথম তাঁর কাছেই যেত যে কোন হৃদয় বোঝার জন্যে। বিপুল উৎসাহে অধ্যাপক তাঁদের সাহায্য করতেন। কখনো বা নিজেই ছুটে যেতেন লাইব্রেরীতে, সিঁড়ি বেয়ে আলমারীতে উঠে নিজের হাতে বই নামিয়ে পড়তে বসে যেতেন—প্রয়োজন হলে জার্মান বা ফরাসী ভাষা থেকেও তর্জমা করে দিতেন। এমন অনেক দিন গেছে—সন্ধ্যার পরে লেবরেটরী থেকে বেরিয়ে ছাত্রদের সঙ্গে কথা বলতে বলতে শেরালদা পর্বত পৌঁছে সেখানেই দাঁড়িয়ে পড়েছেন। রাত ন'টা বাজে, দশটা বাজে, ছাত্রেরা উসখুশ করছে—অথচ অধ্যাপকের কোন জরুরি নেই। ছাত্রদের সঙ্গে কথা বলবার এই নেশা তাঁর এমনই প্রবল ছিল যে, অধ্যাপনা থেকে অবসর নেবার পরেও প্রতি বছর সেসনের শুরুতে

তিনি একবার করে এম. এস-সি. ক্লাশের ছাত্রদের সঙ্গে আলাপ করতে আসতেন, বুঝতে চাইতেন তাঁদের সুখ-দুঃখের কথা। তখনকে নিজের গ্রামের কলেজেও তিনি বহু দিন ছাত্রদের পড়ানোর দায়িত্ব কাঁধে নিয়েছেন, কিংবা রাস্তার ধারে পানওয়ালাকে চুন-খয়েরের রহস্য বোঝাতে চেয়েছেন, সেও ঐ একই নেশার।

এই নেশার বৈচিত্র্য উপলব্ধি করাও বড় সহজ কর্ম নয়। বেখানে বা পাওয়া গেছে অবিলম্বেই অবস্থার, তাকেই তিনি বিশ্লেষণ করেছেন পুঙ্খানুপুঙ্খরূপে, তার উপাদানগুলির সঠিক মাত্রা নিরূপণ করেছেন সন্দেহাতীতভাবে। আর এই ব্যাপারে তাঁর কোন বাহবিচারের বালাই ছিল না। কোন এক ডাক্তার পাঠিয়েছেন কয়েক ফোটা চোখের জল, কোন জীব-বিজ্ঞানী হয়তো সংগ্রহ করেছেন মাতৃহৃদয়। অক্লেশে তাঁদের জিনিষের বিশ্লেষণ করে দিয়েছেন অধ্যাপক সরকার। আমাদের নিত্যজাত্য আতপ চাল, কাঁচা-কলা, মুগুর ডাল, পান—এমন কি, উচ্ছে-করলার উপাদানগুলিও তিনি বিশ্লেষণ করে সেগুলির মাত্রা নিরূপণ করেছেন সন্দেহাতীতভাবে। এসব তো গেল খেরালী বিজ্ঞানীর কথা। আমাদের দেশের বনিজ ভাণ্ডার থেকে বিভিন্ন মূল্যবান খাত নিষ্কাশন করে দেশকে সম্পদশালী করার পিছনেও অধ্যাপক সরকারের ভূমিকা কম নয়।

বিভিন্ন বনিজ পদার্থ পুঙ্খানুপুঙ্খরূপে বিশ্লেষণ করে অধ্যাপক সরকার অনুসন্ধান করেছেন—ইউরেনিয়াম, থোরিয়াম, জার্মেনিয়াম প্রভৃতি মূল্যবান খাত। এই সব বনিজের তেজস্ক্রিয়তা নির্ণয়, ভূতাত্ত্বিক বয়স নির্ধারণ, সঙ্কেত স্থিরীকরণ—এ সবই ছিল তাঁর গবেষণার অঙ্গ। বস্তুতঃ পক্ষে তারতবর্ষে বনিজ পদার্থ সম্বন্ধে পারদর্শী রসায়নবিদ তখন আর কেউ ছিলেন না। CSIR-এর তদানীন্তন ডিরেক্টর শান্তিধরুণ ভাটনগর তাই বনিজ পদার্থের রাসায়নিক প্রকৃতি সম্বন্ধে গবেষণার ক্ষেত্রে

কলকাতার একটি জাতীয় গবেষণাগার স্থাপন করে অধ্যাপক সরকারকে তার প্রধান বিজ্ঞানী নিযুক্ত করতে চেয়েছিলেন। কিন্তু সরকারী আস্থক্যের দায়িত্ব ঘাড়ে নিয়ে পাছে তাঁর গবেষণা ব্যাহত হয়—এই ভেবে অধ্যাপক সরকার এতে রাজী হন নি। উল্লেখ করা যেতে পারে, এই ধরনের একটি জাতীয় গবেষণাগার আজও স্থাপিত হয় নি।

খনিজ পদার্থ ছাড়াও অধ্যাপক সরকারের গবেষণার ক্ষেত্র বিচিত্র এবং বহুমুখী। তেজস্ক্রিয়তার সংক্রমণ নিয়ে গবেষণা থেকে শুরু করে বিভিন্ন বিষয়ে তাঁর পৃষ্ঠপোষকতার প্রায় দু-শ' গবেষণা-প্রবন্ধ প্রকাশিত হয়েছে। স্ক্যাণ্ডিয়াম, গ্যাডোলিনিয়াম ইত্যাদি বিরল ধাতুর বিভিন্ন যৌগ, রেনিয়াম-এর প্রকৃতি, বিভিন্ন জটিল যৌগের গঠন, অজৈব যৌগের সমন্বয়ী কেলাস উৎপাদন—এমন কি, কোন কোন ক্ষেত্রে জৈব যৌগের উপরও তাঁর গবেষণা বিশেষ উল্লেখের দাবী রাখে। এই প্রসঙ্গে উল্লেখ করা যেতে পারে যে, Analytical Chemistry-তে তাঁর অবদানের জন্তে কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে তিনি আচার্য প্রফুল্লচন্দ্র রায় স্বর্ণপদক লাভ করেন।

রসায়নের বাইরের কোন কিছুতে অধ্যাপক সরকারের আসক্তি ছিল খুবই কম। সব রকম আলোচনার মধ্যেই ঘুরেফিরে তিনি রসায়নে এসে পড়তেন। শুধু খেলাধুলার ব্যাপারে তাঁর কিছুটা আগ্রহ ছিল—তিনি নিজেও ছিলেন একজন ভাল খেলোয়াড়। টেনিসে সমসাময়িককালে তাঁর জুড়ি মেলা ভার ছিল। বিলাতে থাকবার সময়ও অনেক নামকরা খেলোয়াড়ের সঙ্গে তিনি খেলাধুলা করতেন বলে শোনা যায়।

কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ে Analytical Chemistry-র একটি ভাল পঠন-পাঠন কেন্দ্র গড়ে তোলাই ছিল অধ্যাপক সরকারের সারা জীবনের স্বপ্ন। এজগ্রে প্রথম থেকেই তিনি উত্তেজিত হয়ে কাজ করেছেন। বিলাতে তিন বছর থাকাকালীন নিজের স্বলারশিপ ও অত্যন্ত অর্জিত অর্থ সঞ্চয় করে তিনি বহু মূল্যবান (প্রায় কুড়ি হাজার টাকা, 1929 সালে) যন্ত্রপাতি কিনে এনেছিলেন। নিজের রসায়ন-চর্চার পীঠস্থান কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয়কেই তিনি সেগুলি দান করে গেছেন। তাঁর দান যে যোগ্যপাত্রেরই অর্পিত হয়েছে, সেটা প্রতিপন্ন করবার দায়িত্ব তাঁর উত্তরসূরীরা অবশ্যই পালন করবেন আশা করি।

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের ত্রয়োবিংশ প্রতিষ্ঠা-বার্ষিকী

গত ২৪শে জুলাই অপরাহ্নে বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ ভবনে 'কুমার প্রথমনাথ রায় বক্তৃতা-কক্ষে' বহু বিশিষ্ট বিজ্ঞানী, বিজ্ঞান-কর্মী ও বিজ্ঞানানুরাগীদের উপস্থিতিতে পরিষদের ত্রয়োবিংশ প্রতিষ্ঠা-বার্ষিকী অনুষ্ঠিত হয়। অনুষ্ঠানে সভাপতিত্ব করেন কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের উপাচার্য ডক্টর সত্যেন্দ্রনাথ সেন, প্রধান অতিথির আসন গ্রহণ করেন বিজ্ঞান ও শিল্প গবেষণা পর্ষদের প্রধান অধিকর্তা ডক্টর আত্মা রাম এবং বিশিষ্ট অতিথিরূপে উপস্থিত ছিলেন কলিকাতাস্থ বাংলাদেশ কূট-নৈতিক মিশনের প্রধান জনাব মহম্মদ হোসেন আলী।

অনুষ্ঠানের প্রারম্ভে শ্রীমঞ্জু তট্টাচার্য কর্তৃক উদ্বোধন সঙ্গীত পরিবেশনের পর সভাপতি ও বিশিষ্ট অতিথিদের মাল্যদান করা হয়।

পরিষদের কর্মসচিব ডক্টর জয়ন্ত বসু সমবেত শ্রদ্ধাশ্রদ্ধাঙ্গীকে স্বাগত অভ্যর্থনা জানান এবং পরিষদের সাংসারিক কাজের বিবরণ প্রদান করেন ('কর্মসচিবের নিবেদন' দ্রষ্টব্য)।

প্রধান অতিথি ডক্টর আত্মা রাম তাঁর ভাষণে জনসাধারণের মধ্যে বিজ্ঞান প্রচারে বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকার কথা উল্লেখ করেন। তিনি বলেন, এই ধরনের প্রতিষ্ঠানকে সরকারের পক্ষ থেকে সর্বতোভাবে সাহায্য করা বাঞ্ছনীয়। এই সাহায্য পাওয়ার তাঁদের নৈতিক অধিকার আছে। চুঃখের বিষয়, সরকারের তরফে সব সময় এই বিষয়ে বশেষ্ট সচেতনতা আছে বলে মনে হয় না। ডক্টর আত্মা রাম স্বার্থহীনভাবে মন্তব্য করেন, মাতৃভাষার মাধ্যমে বিজ্ঞান প্রচার ছাড়া শিল্প ও প্রযুক্তিবিজ্ঞান ক্ষেত্রে উন্নয়ন সম্ভব নয়। এই প্রসঙ্গে তিনি আপানের কথা উল্লেখ করেন।

ডক্টর আত্মা রাম বাংলাতেই তাঁর ভাষণ প্রদান করেন।

বিজ্ঞান পরিষদের সভাপতি জাতীয় অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ বসু বক্তৃতা প্রসঙ্গে গত ২৩ বছর যাবৎ জনসাধারণের মধ্যে বাংলা ভাষার মাধ্যমে বিজ্ঞান প্রচারে পরিষদের ভূমিকার বিষয় উল্লেখ করেন এবং যারা পরিষদের কাজে নানানভাবে সহযোগিতা করেছেন, তাঁদের আন্তরিক ধন্যবাদ জানান। ডক্টর আত্মা রামের অভিমত সমর্থন করে তিনি বলেন, মাতৃভাষার মাধ্যমে সর্বস্তরে বিজ্ঞানের পঠন-পাঠন ও প্রচার ছাড়া দেশের সত্যকার প্রগতি কখনও সাধিত হতে পারে না। যুক্তোত্তর জাপান ও জার্মানীর অভূতপূর্ব উন্নতির মূলে আছে মাতৃভাষার মাধ্যমে ব্যাপক বিজ্ঞান-চর্চা। পশ্চিম বঙ্গে সর্বোচ্চ স্তরেও বাংলা ভাষার মাধ্যমে বিজ্ঞান শিক্ষা দেওয়া সম্ভব। তিনি নিজেকে এম. এস-সি. ক্লাসে বাংলার পড়িয়েছেন এবং তাতে কোন অসুবিধা হয় নি। আমাদের দেশের বিভিন্ন অঞ্চলে বিজ্ঞান শিক্ষার মাতৃভাষার প্রয়োগ কাব্য। কেন্দ্রে হিন্দী ভাষাভাষীদের প্রাধান্য থাকায় তাঁরা কখনো কখনো হিন্দীকে অত্যধিক গুরুত্ব দিয়ে থাকেন। কিন্তু সব আঞ্চলিক ভাষাকেই বখাযোগ্য মর্যাদা দেওয়া উচিত।

বাংলাদেশের মুক্তি-সংগ্রামের প্রতি সহায়-ভূতির প্রতীক হিসাবে বিজ্ঞান পরিষদের পক্ষ থেকে অধ্যাপক বসু বাংলাদেশের সাহায্যার্থে জনাব হোসেন আলীর হস্তে ৫০০ টাকা প্রদান করেন। প্রত্যুত্তরে জনাব আলী তাঁর ভাষণে বাংলাদেশের ভাষা আন্দোলন ও মুক্তি-সংগ্রামের পটভূমিকার কথা উল্লেখ করে বলেন, বাংলা-

দেশে পশ্চিম পাকিস্তানের জঙ্গী শাসকগোষ্ঠীর নৃশংস অত্যাচারের মধ্যে বিজ্ঞানের চরম অপ-প্রয়োগ ঘটছে। সুতরাং এই ব্যাপারে প্রতিবাদ জানাতে বিজ্ঞানীদেরও একটি বিশেষ ভূমিকা

সভাপতি ডক্টর সেন তাঁর ভাষণে বলেন, অধ্যাপক বহুর নেতৃত্বে বিজ্ঞান পরিষদ বাংলা ভাষার মাধ্যমে বিজ্ঞানশিক্ষা প্রচলনের যে প্রয়াস করে এসেছেন, আজ তা বিশ্ববিদ্যালয়ের স্তরে



বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের সভাপতি অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ বসু পরিষদের পক্ষ থেকে কলিকাতাস্থিত বাংলাদেশ কূটনৈতিক মিশনের প্রধান জনাব হোসেন আলীর হস্তে বাংলাদেশের সাহায্যার্থে সংগৃহীত অর্থ প্রদান করছেন।

আছে। তিনি সমবেত বিজ্ঞানীদের নিকট আবেদন জানান, তাঁরা যেন বিশ্বের বিজ্ঞানী-সমাজকে এই বিষয়ে সচেতন করে তোলেন।

গৃহীত হতে চলেছে। সম্প্রতি কলিকাতা বিশ্ব-বিদ্যালয়ের অ্যাকাডেমি কাউন্সিলে সিদ্ধান্ত গৃহীত হয়েছে যে, আগামী বছরে ঐরা এম. এস-সি.

রাসে ভর্তি হবেন, তাঁরা বাংলা ভাষায় পরীক্ষা দিতে পারবেন। এই প্রসঙ্গে স্নাতকোত্তর শ্রেণীর উপযোগী বিজ্ঞানবিষয়ক বাংলা পাঠ্যপুস্তকের অভাবের কথা উল্লেখ করে তিনি প্রস্তাব করেন, অবসরপ্রাপ্ত অধ্যাপকেরা যেন তাঁদের মাতৃভাষায় নিজ নিজ বিষয়ে অন্ততঃ একখানি পাঠ্যপুস্তক রচনা করে এই অভাব দূর করতে সাহায্য করেন। এই বিষয়ে সহযোগিতার জন্তে তিনি সমবেত স্নবিগণের নিকট আবেদন জানান। গৌড়ানি ত্যাগ করে পরিভাষার সমস্তার সম্মুখীন হলে বাংলার উচ্চস্তরের পাঠ্যপুস্তক রচনার বিশেষ কোন অসুবিধা হবে না বলে তিনি মনে করেন।

অহুষ্ঠান শেষে বিজ্ঞান পরিষদের পক্ষ থেকে ডক্টর রুদ্রেন্দ্রকুমার পাল সভাপতি, বিশিষ্ট অতিথি-

বর্গ ও সমবেত স্নবীমণ্ডলীকে ধন্যবাদ জ্ঞাপন করেন।

‘মহেঞ্জোদারো ও প্রাচীন আর্য সভ্যতা’ শীর্ষক আলোচনা

বিজ্ঞান পরিষদের প্রতিষ্ঠা-বার্ষিকী উপলক্ষে অভেদানন্দ অ্যাকাডেমী অব কালচার-এর উদ্যোগে স্বামী শঙ্করানন্দ 31শে জুলাই পরিষদ ভবনে ‘মহেঞ্জোদারো ও প্রাচীন আর্য সভ্যতা’ সম্পর্কে মনোজ্ঞ আলোচনা করেন এবং এই সঙ্গে সিদ্ধু সভ্যতা ও প্রাগৈতিহাসিক বৈদিক বৃহত্তর ভারত সম্পর্কে চিত্রাবলী প্রদর্শিত হয়। এই সভার সভাপতির আসন গ্রহণ করেন জাতীয় অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ বসু।

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের ত্রয়োবিংশ প্রতিষ্ঠা-বার্ষিকী উপলক্ষে কর্মসচিবের নিবেদন

মাননীয় সভাপতি অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ সেন মহাশয়, শ্রদ্ধের প্রধান অতিথি ডক্টর আত্মারাম মহাশয়, মাননীয় বিশিষ্ট অতিথি জনাব হোসেন আলি, উপস্থিত সভ্যবৃন্দ ও সমবেত ভক্তমণ্ডলী, বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের ত্রয়োবিংশ প্রতিষ্ঠা-বার্ষিকী অহুষ্ঠানে পরিষদের পক্ষ থেকে আমি আপনাদের স্বাগত অভ্যর্থনা জানাচ্ছি। আজকের এই সম্মেলনে বোগদান করে আপনারা পরিষদের দেশগঠনমূলক সাংস্কৃতিক প্রয়াসের প্রতি যে শুভেচ্ছা ও সহযোগিতা প্রদর্শন করেছেন, তার জন্তে আপনাদের জানাচ্ছি আন্তরিক কৃতজ্ঞতা ও ধন্যবাদ।

এই অহুষ্ঠানে কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের উপাচার্য অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ সেন মহাশয়কে সভাপতিরূপে পেয়ে আমরা বিশেষ আনন্দ ও

অনুপ্রেরণা লাভ করছি। অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ সেন একদিকে যেমন একজন লব্ধপ্রতিষ্ঠ অর্থনীতি-বিদ, অত্রদিকে তেমনি উচ্চ শিক্ষার ধারক ও বাহক হিসাবে তাঁর নাম সুবিদিত। নিরন্তর কর্ম ব্যস্ত থাকা সত্ত্বেও তিনি যে আমাদের আহ্বানে সাড়া দিয়ে আজকের অহুষ্ঠানে বোগ দিয়েছেন, এজন্তে আমরা তাঁর নিকট কৃতজ্ঞ। আমরা আশা করি, পরিষদের আদর্শের বাস্তব রূপায়ণের পরিকল্পনাকে কিভাবে অধিকতর সার্থক করে তোলা যায়, সে বিষয়ে নির্দেশ দান করে তিনি আমাদের উৎসাহিত করবেন।

এই সম্মেলনে বিজ্ঞান ও শিল্প গবেষণা পর্যদের প্রধান অধিকর্তা ডক্টর আত্মারাম মহাশয়কে প্রধান অতিথিরূপে পেয়ে আমরা অত্যন্ত গৌরব বোধ করছি। বিশিষ্ট বিজ্ঞানসাধকরূপে ডক্টর

আমরা বিশ্বের নাম সুপরিচিত। আবার বিজ্ঞান শিক্ষা ও সাধারণভাবে বিজ্ঞান প্রসারের ক্ষেত্রে তাঁর অবদান সবিশেষ উল্লেখযোগ্য। বিজ্ঞান পরিষদের প্রতি তাঁর যে সহমর্মিতা রয়েছে, তা আমাদের একটি মূল্যবান পাথর। পরিষদের কর্ম-প্রচেষ্টাকে কিভাবে আরও ব্যাপক ও বিস্তৃত করে গড়ে তোলা যায়, সেই সম্পর্কে তাঁর সূচিন্তিত মতামত জানতে পারলে আমরা অশু-গৃহীত হব।

কলিকাতাস্থিত বাংলাদেশ মিশনের প্রধান জনাব হোসেন আলিকে আমাদের বিশিষ্ট অতিথি রূপে পেয়ে আমরা অত্যন্ত গর্বিত ও উৎসাহিত বোধ করছি। বাংলা ভাষা ও বাংলা সংস্কৃতির জন্তে প্রবহমান যে আন্দোলন বর্তমানে বাংলা দেশের মুক্তি-সংগ্রামের মধ্যে প্রমত্তা পদ্মার রূপ নিয়েছে, তার প্রতিভূ হিসাবে জনাব আলিকে পরিষদের পক্ষ থেকে অভিনন্দন জানাচ্ছি।

আদর্শ ও উদ্দেশ্য

দেশের সামগ্রিক উন্নতির জন্তে জনসাধারণের মধ্যে বিজ্ঞানের জ্ঞান ও ভাবধারার বিস্তার যে একান্ত আবশ্যক এবং একমাত্র মাতৃভাষার মাধ্যমেই যে তা সূত্রেভাবে করা সম্ভব, এই উপলব্ধি থেকেই বহু খ্যাতিনামা বিজ্ঞানী ও শিক্ষাবিদদের প্রচেষ্টার এবং অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ বহুর সভাপতিত্বে ১৯৪৮ সালে বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের প্রতিষ্ঠা হয়। বাংলা ভাষার মাধ্যমে বিজ্ঞানের প্রচার ও প্রসার সাধনই হলো বিজ্ঞান পরিষদের আদর্শ। এই আদর্শ পালনের জন্তে ঐ ভাষার বিজ্ঞানবিষয়ক সাময়িক পত্রপত্রিকা প্রকাশ ও বৈজ্ঞানিক গ্রন্থাদি প্রণয়ন, বিজ্ঞানের গ্রন্থাগার, পাঠাগার, সংগ্রহশালা প্রভৃতি স্থাপন, বিজ্ঞান প্রদর্শনী, বিজ্ঞান-সম্মেলন এবং বিজ্ঞান-বিষয়ক বক্তৃতা ও আলোচনার ব্যবস্থা প্রভৃতি বিবিধ কর্মসূচি নির্ধারিত করা আছে। গত ২৩

বছর যাবৎ পরিষদ এই কর্মসূচি বাস্তবায়ন করবার কাজে ব্যাপৃত রয়েছে।

কার্য-বিবরণী

আলোচ্য বছরে (১৯৭০-৭১) পরিষদের আদর্শসূচায়ী বিভিন্ন কাজে আমরা কতখানি সাফল্য লাভ করেছি ও কিরূপ প্রতিবন্ধতার সম্মুখীন হয়েছি, সে বিষয়ে পরিষদের বার্ষিক কার্য-বিবরণী এখন আমি সংক্ষেপে বিবৃত করবো।

‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’ পত্রিকা

পরিষদের প্রতিষ্ঠাকাল ১৯৪৮ সাল থেকেই পরিষদের পরিচালনার ‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’ মাসিক পত্রিকাটি নিয়মিত প্রকাশিত হচ্ছে। ‘কিশোর বিজ্ঞানীর দপ্তর’ এর একটি উল্লেখযোগ্য অংশ। বিজ্ঞানের নানাবিধ বিষয়ে প্রবন্ধ ও আলোচনা, বিজ্ঞান সংবাদ, প্রশ্নোত্তর প্রভৃতি বিভিন্ন পর্যায়ে বিজ্ঞানের তত্ত্ব ও তথ্যাদি পত্রিকা-টিতে নিয়মিত পরিবেশিত হচ্ছে। কিশোর বিজ্ঞানীর দপ্তরে ‘পারদর্শিতার পরীক্ষা’ নামে একটি নূতন বিভাগ সম্প্রতি খোলা হয়েছে। পত্রিকাটির বর্তমান প্রকাশ-সংখ্যা ২৩০০ কপি। নিছক বিজ্ঞানের একটি মাসিক পত্রিকার পক্ষে এই প্রকাশ-সংখ্যা নেহাৎ অকিঞ্চিৎকর নয়। অধ্যাপক চন্দ্রশেখর ভেকট রামনের স্মৃতির প্রতি শ্রদ্ধা জ্ঞাপন করে ‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’ পত্রিকার মার্চ ’৭১ সংখ্যা ‘রামন-স্মৃতি’ সংখ্যারূপে প্রকাশিত হয়েছিল। এই সংখ্যাটিতে অধ্যাপক রামনের বহুমুখী প্রতিভার একটি সম্পূর্ণ চিত্র উপস্থাপিত হয় এবং সংখ্যাটি বিদ্যৎসমাজের বিশেষ সমাদর লাভ করে।

গত পাঁচ বছর যাবৎ ‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’ পত্রিকার শারদীয় সংখ্যা বহু মূল্যবান প্রবন্ধ ও আকর্ষণীয় চিত্রের দ্বারা সুসজ্জ হতে নবকলেবরে প্রকাশিত হচ্ছে। এই সংখ্যার বৈশিষ্ট্য ও

উপযোগিতা লক্ষ্য করে পশ্চিমবঙ্গ সরকারের শিক্ষা বিভাগ প্রতি বছর এর 1,400 কপি ক্রয় করে বিভিন্ন শিক্ষা প্রতিষ্ঠান ও গ্রন্থাগারে বিতরণের ব্যবস্থা করেছেন। এই ব্যবস্থার জন্তে পশ্চিমবঙ্গ সরকারের শিক্ষা বিভাগের নিকট পরিষদ কৃতজ্ঞ ; কেবল আর্থিক সাহায্যই নয়, পত্রিকাটির প্রচার ও প্রসারেও একদল সরকারী আমূল্য বিশেষ সহায়ক হয়েছে।

এসদ্বাক্ষে উল্লেখ করা যেতে পারে যে, পশ্চিমবঙ্গ সরকারের নিকট থেকে পত্রিকা প্রকাশ খাতে 1948 সাল থেকে প্রতি বছর 3,600 টাকার অর্থসাহায্য পরিষদ পেয়ে আসছে। গত 23 বছরে প্রকাশনের বিভিন্ন স্তরে মূল্য বৃদ্ধির ফলে পত্রিকা প্রকাশনের ব্যয় বহুলাংশে বৃদ্ধি পেয়েছে, কিন্তু আমাদের বহু আবেদন সত্ত্বেও বাৎসরিক অর্থদানের পরিমাণ এযাবৎ বৃদ্ধি পায় নি। তবে আলোচ্য বছরে পশ্চিমবঙ্গ সরকার পরিষদকে পত্রিকা খাতে 5,000 টাকার এককালীন অর্থদান মঞ্জুর করেছেন। এজন্তে আমরা সরকারকে আন্তরিক ধন্যবাদ জানাচ্ছি।

বিজ্ঞান ও শিল্প গবেষণা পর্ষদ (C S I R) আলোচ্য বছরে পরিষদকে পত্রিকা প্রকাশনের জন্তে 5,000 টাকা অর্থদান দিয়েছেন। এই সহযোগিতার জন্তে ঐ পর্ষদ পরিষদের বিশেষ ধন্যবাদার্থ। আমরা একান্তভাবে আশা করি, পত্রিকাটি গুরুত্ব উপলব্ধি করে এর নিরমিত প্রকাশ অব্যাহত রাখবার জন্তে এবং বিশেষতঃ এর যানো-রমনের উদ্দেশ্যে পর্ষদ বর্তমান বছরে অর্থদানের পরিমাণ বৃদ্ধি করবেন।

শিক্ষাবিসয়ক গবেষণা ও শিক্ষণের জাতীয় সংস্থা (N C E R T) এবং কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় আলোচ্য বছরে পরিষদকে বৎসরক্রমে 2,000 টাকা ও 500 টাকার অর্থদান দিয়ে আমাদের ধন্যবাদ-জ্ঞানন করেছেন। কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃক প্রকাশিত গ্রন্থাবলীর একটি অর্ধগৃষ্ঠাব্যাপী বিজ্ঞান

পত্রিকার কয়েকটি সংখ্যার পরিবেশিত হয়েছে। যে সকল সংস্থা পত্রিকার বিজ্ঞাপন দিয়ে পরিষদের কার্যে সহযোগিতা করেছেন, তাঁদের সকলকেই আমরা আন্তরিক ধন্যবাদ জানাচ্ছি।

উল্লিখিত সাহায্য সত্ত্বেও পত্রিকাটিকে আরও উন্নত করার পথে আর্থিক অনটনই প্রধান অন্তরায় হয়ে দাঁড়িয়েছে। এজন্তে আপনাদের সকলের নিকট আমাদের আবেদন এই যে, পত্রিকার গ্রাহক সংখ্যা বৃদ্ধি, বিজ্ঞাপন সংগ্রহ, অর্থদান প্রাপ্তি প্রভৃতি বিষয়ে আপনারা আমাদের যথাসাধ্য সাহায্য করুন। আপনাদের সক্রিয় সহযোগিতার আমরা তাহলে পত্রিকাটিকে আরও শিক্ষাপ্রদ, আরও আকর্ষণীয় এবং আরও জনপ্রিয় করতে পারবো।

বিজ্ঞানবিষয়ক পুস্তক প্রকাশ

লোকরঞ্জক পুস্তক :—বিজ্ঞানবিষয়ক লোকরঞ্জক পুস্তক প্রকাশ ও সেগুলি স্বল্পমূল্যে পাঠকগণকে পরিবেশন করা পরিষদের একটি উল্লেখযোগ্য কাজ। বিজ্ঞান জনপ্রিয়করণের উদ্দেশ্যে এই সব পুস্তক ব্যয়গ্রহণে অতি স্বল্পমূল্যে বিক্রয় করা হয়ে থাকে। এটা সম্ভব হয় প্রধানতঃ সরকারী অর্থায়ন। পরিষদ এযাবৎ বিজ্ঞানের মোট 29 খানি পুস্তক প্রকাশ করেছে।

আমরা আনন্দের সঙ্গে জানাচ্ছি যে, শ্রীজিতেন্দ্রকুমার গুহ কর্তৃক রচিত ও পরিষদ কর্তৃক প্রকাশিত 'মহাকাশ পরিচয়' শীর্ষক পুস্তকটি বর্তমান বছরে পশ্চিমবঙ্গ সরকারের রবীন্দ্র পুরস্কার লাভ করেছে। এই পুস্তকটিতে জ্যোতির্বিজ্ঞান ও মহাকাশ অভিযান সম্পর্কিত বিবরণাদি লিপিবদ্ধ হয়েছে। বার্ষিক 'রাজশেখর বহু স্মৃতি' বক্তৃতায় অধ্যাপক সতীশবরুণ খাস্তগীর কর্তৃক প্রদত্ত 'মেঘ ও বিদ্যুৎ' বিষয়ে ভাষণটি পুস্তকাকারে প্রকাশের কাজ প্রায় সম্পূর্ণ হয়েছে। ঐ বক্তৃতামালার অধ্যাপক মহাদেব দত্ত কর্তৃক প্রদত্ত 'বায়ু সংখ্যা-

রন' শীর্ষক ভাষণটিও শ্রীতাই পুস্তাকাকারে প্রকাশিত হবে। শ্রীযুজেশচন্দ্র রায় কর্তৃক রচিত 'অ্যালবার্ট আইনস্টাইন' নামক গ্রন্থটি প্রকাশের ব্যবস্থা করা হচ্ছে।

আলোচ্য বছরে কলিকাতার সুবিখ্যাত প্রতিষ্ঠান ওরিয়েন্ট লংম্যান কোম্পানী পরিষদ কর্তৃক প্রকাশিত লোকরঞ্জক পুস্তকাবলী পরিবেশনার সম্পূর্ণ দায়িত্ব গ্রহণ করেছেন। তবে পরিষদের সদস্যগণ বখারীতি ২৫% কমিশনে পরিষদের দপ্তর থেকে পুস্তকগুলি ক্রয় করতে পারেন।

পাঠ্যপুস্তক :—পশ্চিমবঙ্গ মাধ্যমিক শিক্ষার পর্ষদের নির্ধারিত পাঠ্যপুস্তক অল্পসংখ্যক মাধ্যমিক ও উচ্চ-মাধ্যমিক বিদ্যালয়সমূহের নবম ও দশম শ্রেণীর ক্ষেত্রে পরিষদ কর্তৃক প্রণীত 'বিজ্ঞান বিকাশ' নামক সাধারণ বিজ্ঞানের একটি পাঠ্যপুস্তক গত দু'বছর বাবৎ প্রচলিত হয়েছে। বিদ্যালয়গুলিতে বিজ্ঞান-শিক্ষার মান উন্নত করার উদ্দেশ্যে এই পুস্তক রচনার সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা হয়। পুস্তকটি প্রকাশ করেছেন কলিকাতার সুপ্রসিদ্ধ প্রকাশক প্রতিষ্ঠান ম্যাকমিলান কোম্পানী। আনন্দের বিষয়, গত দু'বছরে পুস্তকটির প্রায় ২৪,৪০০ কপি বিক্রয় হয়েছে এবং বর্তমান বছরে এর তৃতীয় সংস্করণ প্রকাশিত হয়েছে। এসম্বন্ধে উল্লেখ্য যে, পশ্চিম-বঙ্গ সরকার ও কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃক বাংলা ভাষার উচ্চশিক্ষার উপযোগী পাঠ্যপুস্তক প্রণয়ন বা পরিভাষা রচনার প্রচেষ্টার কথা প্রায়শঃ শুনেতে পাওয়া যায়। বিজ্ঞান পরিষদের আদর্শাভিগ এই সব প্রচেষ্টার পরিষদ আনন্দিত এবং বিজ্ঞান-বিষয়ক পাঠ্যপুস্তক বা পরিভাষা প্রণয়নের ক্ষেত্রে সক্রিয় সহযোগিতা করার ক্ষেত্রে পরিষদ সর্বদাই আগ্রহী।

গ্রন্থাগার ও পাঠাগার

বিজ্ঞানবিষয়ক বিভিন্ন পুস্তক ও পত্রিকাদি পাঠে জনসাধারণকে সুযোগ দানের উদ্দেশ্যে পরিষদ কর্তৃক একটি গ্রন্থাগার ও একটি পাঠাগার বহুদিন বাবৎ পরিচালিত হচ্ছে, তবে অর্থাত্তাব ও স্থানাত্তাবের ক্ষেত্রে পূর্ণাঙ্গ গ্রন্থাগার বা পাঠাগার স্থাপন করা পূর্বে সম্ভব হয় নি। ১৯৬৯ সালে পরিষদের নিজস্ব ভবন নির্মিত হবার পর পর-লোকগত ব্যারিটার অমরেন্দ্রনাথ বসু'র স্থিতির উদ্দেশ্যে তাঁর পরিবারের দানে পরিষদের পাঠা-

গারটি গত বছর থেকে 'অমরেন্দ্রনাথ বসু স্থিতি' পাঠাগাররূপে আত্মপ্রকাশ করেছে। পাঠাগারটিতে বিজ্ঞানবিষয়ক বিভিন্ন পত্র-পত্রিকা ও সংবাদপত্রাদি নিয়মিত রাখবার ব্যবস্থা করা হয়েছে। পরিষদের গ্রন্থাগারটিকেও সম্প্রতি নূতনভাবে সজ্জিত করা হচ্ছে।

একথা আমরা সকলেই জানি যে, পাঠ্যপুস্তকের অভাবে অনেক দরিদ্র অর্থহীন মেধাবী ছাত্রের উচ্চ শিক্ষার ব্যাঘাত ঘটে। বিজ্ঞানশিক্ষার ক্ষেত্রে এই অসুবিধা দূর করার ক্ষেত্রে আগামী বছর পরিষদের গ্রন্থাগারে একটি পাঠ্যপুস্তকের বিভাগ খোলবার পরিকল্পনা করা হয়েছে।

বক্তৃতা, আলোচনা ও চলচ্চিত্র-প্রদর্শন

গত বছর ১৯শে জুন পরিষদ ভবনে নবম বার্ষিক 'রাজশেখর বসু স্থিতি' বক্তৃতায় 'ভারতের কৃষি সমস্যা' শীর্ষক ভাষণ প্রদান করেন কল্যাণী বিশ্ববিদ্যালয়ের তদানীন্তন উপাচার্য ডক্টর সুশীল কুমার মুখোপাধ্যায়। ৫ই অগাষ্ট, '৭০ তারিখে ডাক্তার যোগেন্দ্রনাথ মৈত্র 'করোনারী অক্সুশন' সম্পর্কে একটি বক্তৃতা দেন এবং কলিকাতাস্থিত মার্কিন তথ্য কেন্দ্রের (U S I S) সৌজন্যে ঐ বিষয়ে চলচ্চিত্র প্রদর্শিত হয়। পশ্চিম বঙ্গের বহরমপুর থেকে 'বিজ্ঞান জিজ্ঞাসা' নামক যে পত্রিকা প্রকাশিত হচ্ছে, তার বর্ষপূর্তি উপলক্ষে গত ডিসেম্বর মাসে অল্পটিত বিজ্ঞানবিষয়ক আলোচনা-সভা ও আলোচনা-চক্রে পরিষদের পক্ষ থেকে বর্তমান বক্তার যোগদান করার সৌভাগ্য হয়েছিল।

বর্তমান বছরের ১৬ই ফেব্রুয়ারী কলিকাতার চিত্তরঞ্জন জাতীয় ক্যালার গবেষণা-কেন্দ্রের অধি-কর্তা ডক্টর সম্ভার মিত্র পরিষদ ভবনে সাইড সহযোগে 'ক্যালার ও তার প্রতিকার' শীর্ষক একটি লোকরঞ্জক বক্তৃতা প্রদান করেন। মেদিনীপুর জেলার তমপুকের নিকট নাইকুড়ি ঠাকুরদাস ইনস্টিটিউশনে বিদ্যালয়ের কর্তৃপক্ষ ও স্থানীয় বিদ্যোৎসাহী ব্যক্তিদের উদ্যোগে এবং বজীর বিজ্ঞান পরিষদ ও বিড়লা ইণ্ডাস্ট্রিয়াল অ্যান্ড টেকনোলজিক্যাল মিউজিয়ামের সহযোগিতায় গত এপ্রিল মাসে তিন দিনব্যাপী যে বিজ্ঞানবিষয়ক আলোচনা-সভা ও বিজ্ঞান-প্রদর্শনী অল্পটিত হয়,

বিজ্ঞান পরিষদের পক্ষ থেকে সেখানে অংশ গ্রহণ করেন পরিষদের অল্পতম সহ-সভাপতি অধ্যাপক জানেন্দ্রলাল ভাড়াড়ী, সহযোগী কর্মসচিব শ্রীমতী বন্দ্যোপাধ্যায় ও শ্রীচামুন্দর দে, কার্যকরী সমিতির অল্পতম সদস্য শ্রীশঙ্কর চক্রবর্তী এবং পরিষদের কর্মসচিব হিসাবে বর্তমান বক্তা। সম্প্রতি 16ই জুলাই, '71 তারিখে পরিষদ ভবনে দশম বার্ষিক 'রাজশেখর বহু স্মৃতি' বক্তৃতায় 'সাধারণ আপেক্ষিকতা তত্ত্ব' সম্পর্কে ভাষণ দেন খড়্গপুরের ইতিহাস ইনস্টিটিউট অব টেকনলজির অধ্যাপক গগনবিহারী বন্দ্যোপাধ্যায়।

বাংলাদেশে পশ্চিম পাকিস্তানের জমীন্দারী নৃশংস বর্বরতার বিরুদ্ধে প্রতিবাদ জানিয়ে এবং বাংলাদেশের মুক্তি সংগ্রামের প্রতি সম্পূর্ণ সহায়-ভূতি ও সমর্থন জ্ঞাপন করে বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের উদ্বোধনে গত 16ই এপ্রিল পরিষদ ভবনে পশ্চিম বঙ্গের বিজ্ঞানী, বিজ্ঞান-কর্মী ও বিজ্ঞানানুসারী জনসাধারণের একটি সভা অনুষ্ঠিত হয়। পরিষদের তত্ত্বাবধানে যে বাংলাদেশ সাহায্য তহবিল খোলা হয়, তাতে সংগৃহীত মোট 500 টাকা বাংলা-দেশের সাহায্যার্থে আজ কলিকাতাস্থিত বাংলা-দেশ মিশনের প্রধান জনাব হোসেন আলির হস্তে অর্পণ করা হবে।

হাতে-কলমে বিভাগ

পরিষদের হাতে-কলমে বিভাগে বিজ্ঞানের সহজ পরীক্ষা-নিরীক্ষা, বৈজ্ঞানিক মডেল তৈরি প্রভৃতি কাজের জন্তে সুযোগ-সুবিধা আছে। গত এপ্রিল মাসে তমলুকের নিকট নাইকুড়ি ঠাকুরদাস ইনস্টিটিউশনে অনুষ্ঠিত যে বিজ্ঞান-প্রদর্শনীর কথা পূর্বেই উল্লেখ করা হয়েছে, সেই প্রদর্শনীতে এই বিভাগের পক্ষ থেকে যোগদান করা হয়। বিড়লা ইণ্ডাস্ট্রিয়াল অ্যান্ড টেকনলজিক্যাল মিউজিয়ামের বার্ষিক অফিসীয় উপলক্ষে গত মে মাসে আয়োজিত বিজ্ঞান-প্রদর্শনীতেও উক্ত বিভাগ থেকে সক্রিয় অংশ গ্রহণ করা হয়েছিল। অনিবার্য কারণবশতঃ কিছুকাল বাবং বিভাগটি নিরস্তিত খোলা রাখা সম্ভব হচ্ছিল না। যাহোক, বর্তমানে বিভাগটির কাজকর্ম আবার স্বাভাবিকভাবে চলতে শুরু করেছে।

পরিষদ ভবন নির্মাণ

1969 সালের ফেব্রুয়ারী মাসে পরিষদ ভবনের ভূ-গর্ভতল ও প্রথম তলের নির্মাণ-কার্য সমাপ্ত হয়েছে। পশ্চিমবঙ্গ সরকার, কুমার প্রমথনাথ রায় চ্যারিটেবল ট্রাস্ট, পরলোকগত অধ্যাপক নীরেন রায় এবং অন্যান্য শুভেচ্ছার্থীদের দানে এই নির্মাণ-কার্য সম্ভব হয়েছে। এযাবৎ যারা পরিষদের গৃহ-নির্মাণের জন্তে দান করেছেন, তাঁদের সকলকে আমাদের কৃতজ্ঞতা ও ধন্যবাদ জানাই।

পরিষদের পরিকল্পিত গৃহের অল্পমোদিত নক্সা অমুদারী দ্বিতল ও ত্রিতল সুসম্পন্ন করবার জন্তে প্রয়োজন হবে আরও প্রায় 1,25,000 টাকা। এই অর্থ যাতে অবিলম্বে সংগৃহীত হয়, তার জন্তে পরিষদের গৃহ-নির্মাণ তহবিলে মুক্তহস্তে দান করতে আপনাদের নিকট আমরা সনির্বন্ধ অহুরোধ জানাচ্ছি।

উপসংহার

আধুনিক জীবনের স্বাচ্ছন্দ্য ও উন্নতি বিজ্ঞানের জ্ঞান ও ভাবধারার উপর নির্ভর করে। বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী ও শিল্পসমৃদ্ধিই জীবনযাত্রার মানোন্নয়নের নিয়ামক। সে জন্তে জনসাধারণের মধ্যে বিজ্ঞানের প্রচার-ও প্রসারের আদর্শ নিয়েই বিজ্ঞান পরিষদ তার সাংস্কৃতিক কর্মপ্রচেষ্টাগুলি পরিচালিত করছে। দেশের ভবিষ্যৎ গঠনে পরিষদের মত জনশিক্ষামূলক প্রতিষ্ঠানের দায়িত্ব ও কর্তব্য বশেষে গুরুত্বপূর্ণ বলে আমরা মনে করি। আর সেই সঙ্গে আমরা নিশ্চিতভাবে এই বিশ্বাস রাখি যে, আপনাদের শুভেচ্ছা ও সহ-যোগিতায় পরিষদের ভবিষ্যৎ কর্মপ্রচেষ্টা আরও সুদৃঢ় ও ব্যাপক হয়ে উঠবে এবং পরিষদ অদূর ভবিষ্যতে একটি সুপ্রতিষ্ঠিত জাতীয় কল্যাণকর প্রতিষ্ঠানে পরিণত হবে।

আপনাদের সকলকে আন্তরিক ধন্যবাদ জানিয়ে আমি আমার বক্তব্য এইখানে শেষ করছি।

জয়ন্ত বসু

কলিকাতা

কর্মসচিব

28 জুলাই, 1971

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ

পুস্তক-পরিচয়

পরমাণু জিজ্ঞাসা—এগারকী চট্টোপাধ্যায়
ও শান্তিময় চট্টোপাধ্যায়। প্রকাশক :
ওরিয়েন্ট লংম্যান লিমিটেড, 17, চিত্তরঞ্জন
অ্যাভিনিউ, কলিকাতা-13 ; মূল্য: ছয় টাকা।

পরমাণু-বিজ্ঞান বর্তমান সভ্যতার একটি
অপরিহার্য অঙ্গ। সভ্যতার ক্রমবিকাশের সঙ্গে
বিজ্ঞানের যে প্রগতি আবহমানকাল থেকে চলে
আসছে—বিংশ শতাব্দীর গোড়া থেকেই দ্রুত-
গতিতে তার মোড় কিয়ে গেছে। এই দ্রুত
পরিবর্তন সম্ভব হয়েছে তেজস্ক্রিয়তা, পরমাণুর
নিউক্লিয়াস তথা পরমাণু-বিজ্ঞানের বহু যুগান্তকারী
আবিষ্কারের সহায়তায়। জটিল সেই সব
আবিষ্কারের অন্তর্নিহিত বৈজ্ঞানিক ধ্যানধারণা
মাহুকের কাছে কিছুটা হুরধিগম্য হলেও এই সব
আবিষ্কারের কলাকল সাধারণ মাহুকের কাছে
দৈনন্দিন প্রয়োজনীয় উপকরণের মাধ্যমে অতি-
পরিচিত হয়ে পড়েছে। আমরা যখন বিদ্যুৎ
ব্যবহার করি, তা জলশক্তি থেকে আসছে, না
পরমাণুশক্তি থেকে—এসব চিন্তা করি না। কিন্তু
বিজ্ঞ ব্যক্তির যখন বলেন ভারতের করলা সম্পদ
ক্রমশঃ ফুরিয়ে আসছে, পরমাণুশক্তির উপরই
ভরসা রাখতে হবে, তখন আমাদের একটু ভাবতে
হয়। দেশের উন্নয়নে বিজ্ঞানী বহুবিদদের সঙ্গে
সাধারণ মাহুকের বিভিন্ন সমস্তার সমাধানের চিন্তায়
অংশীদার না হলে দেশের সামগ্রিক উন্নয়ন সম্ভব
হয় না। তাই অধুনা সব দেশেই সঙ্গীত, কলা
বা শিল্পের মত বিজ্ঞান সংস্কৃতির অঙ্গীভূত হয়ে
পড়েছে। বিজ্ঞানের জটিল দিকটা বাদ দিয়ে
সাধারণ মাহুকের বোধগম্য ভাষায় বিজ্ঞানের
প্রচার তাই অপরিহার্য হয়ে পড়েছে। বিদেশে
বড় বড় বিজ্ঞানীরা জনপ্রিয় বিজ্ঞান-সাহিত্য

রচনার যথেষ্ট সময় দেন, মানবসমাজের কল্যাণে
সেই সমস্ত রচনার গুরুত্ব অপরিসীম। বাংলা
ভাষায় বিজ্ঞান রচনার ইতিহাসও কিছুটা প্রাচীন
সন্দেহ নেই—তবু জনসংখ্যার ভুলনার বাংলায়
বিজ্ঞানের বই যথেষ্ট নয়। সাধারণের হৃদয়গ্রাহী
করে বিজ্ঞানের জটিল তত্ত্ব বাংলার উপস্থাপিত
করা, পরিভাষার দুর্বলতা প্রভৃতি অসুবিধাই এর
কারণ বলা যেতে পারে। বর্তমান ‘পরমাণু জিজ্ঞাসা’
পুস্তকটি বাংলার বিজ্ঞান-সাহিত্যে একটি উৎকৃষ্ট
সংযোজন সন্দেহ নেই, পরন্তু ভাষার লালিত্যে ও
রচনাশৈলীর সরসতায় এই বইখানি হুরহ পরমাণু-
বিজ্ঞানের আধুনিকতম সমস্তাগুলিকে সাধারণের
কাছে সুস্পষ্টভাবে তুলে ধরতে সক্ষম হবে।

‘পরমাণু জিজ্ঞাসা’ পুস্তকে বারোটি অধ্যায়
রয়েছে। দ্বিতীয় অধ্যায়ে পরমাণু-বিজ্ঞানের অতি
প্রাচীন ঐতিহাসিক পটভূমিকাটি আলোচিত
হয়েছে। গ্রীক ও ভারতীয় দর্শনে পরমাণু পরি-
কল্পনার যে খাঁচ ছিল, ইতিহাস হিসাবে তার কিছু
মূল্য রয়েছে। কিন্তু দর্শনের পরমাণু ও আধুনিক
বিজ্ঞানের পরমাণুতে আকাশপাতাল গরমিল।
বৈশেষিক দর্শনের একটি সূত্র হলো ‘অন্তঃআন্তোন্তো
বিশেষেভ্য’ অর্থাৎ ক্ষুদ্রতম যে অন্তঃদ্রব্য (পরমাণু
সকল) তা কেবল বিশেষ, তা সামান্য হয় না।
দার্শনিক মননে একে পরমাণুর অস্তিত্বের আভাস
বলা যায়। কিন্তু এখন যে পরমাণু অমিত শক্তির
উৎস হয়ে বিশ্বকে অবতীর্ণ হয়েছে, তার সঙ্গে
দর্শনের এই পরমাণুর মিল নেই বললেই চলে, তবু
এই প্রাচীন ইতিহাস অনেকের কৌতূহল চরিতার্থ
করবে। তৃতীয় অধ্যায়ে আধুনিক পরমাণু-বিজ্ঞান
ও প্রাচীন কল্পনার মধ্যবর্তীকালের সেতুবন্ধনের
সংক্ষিপ্ত ইতিহাসের আলোচনার আধুনিক বিজ্ঞান-

নের গোড়াপত্তন কি করে হলো পাঠকেরা তা অনায়াসে বুঝতে পারবেন।

পরমাণু নয়, পরমাণুর কেন্দ্রীন হলো আসল নায়ক। এর ভূমিকা স্পষ্টত: আরম্ভ হয়েছে বেকেরেলের স্বাভাবিক তেজস্ক্রিয়তা আবিষ্কারের পর। চতুর্থ ও পঞ্চম অধ্যায়ে তেজস্ক্রিয়তা ও পরমাণু সম্পর্কে মনোজ্ঞ আলোচনা থেকে পরমাণু ও তার কেন্দ্রীন সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাওয়া যায়। চতুর্থ অধ্যায়ে মৌলিক পদার্থের তালিকা বাংলাভাষী পাঠকদের কাছে বিশেষ আকর্ষণীয়। তেজস্ক্রিয় ও স্বাভাবিক সমস্ত আইসোটোপগুলির বিশদ তালিকা সংযোজনসহ অবশ্যই একটি পূর্ণাঙ্গ পুস্তক রচনার অবকাশ আছে। ষষ্ঠ, সপ্তম ও অষ্টম অধ্যায়ে কিভাবে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ তৈরি করা যায়, স্বরণ যন্ত্র ও রিয়াক্টর প্রসঙ্গ আলোচিত হয়েছে। ভারতবর্ষে সর্বপ্রথম কলিকাতার যে স্বরণ যন্ত্র প্রতিষ্ঠিত হয়—ভারতের পরমাণু-বিজ্ঞান গবেষণার তার অবদান অপরি-সীম। ট্রেনের রিয়াক্টর ও কলিকাতার পরিকল্পিত ঘূর্ণতর স্বরণ যন্ত্র ভারতের পরমাণু-বিজ্ঞানের প্রসারে কি ভূমিকা নিয়েছে ও ভবিষ্যতে নেবে—তার ইঙ্গিত দেশবাসীর কাছে স্পষ্ট হওয়া প্রয়োজন। এই অধ্যায়গুলিতে তার গুরুত্বপূর্ণ আলোচনা রয়েছে। নবম অধ্যায়ে পরমাণু বোমার ভয়াবহতা ও তা-থেকে আত্মরক্ষার উপায় সম্পর্কে যে মনোজ্ঞ তথ্য পরিবেশন করা হয়েছে, তা কেবল সাধারণের কাছে নয়, অনেক বিজ্ঞানীদের কাছেও অজানা ছিল। প্রসঙ্গত: উল্লেখ করা যায় যে, অল্পতম লেখক শ্রী চট্টোপাধ্যায় পরমাণু বোমাজনিত তেজস্ক্রিয়তার পরীক্ষা হাতে-কলমে করেছেন, তাই এই সম্পর্কে তাঁর বিজ্ঞতা আলোচনার সুপরিদৃষ্ট হয়েছে। দশম ও একাদশ অধ্যায়ে ভয়াবহ পরমাণুশক্তির মানবহিতে ব্যবহার ও সেই পরি-কল্পনার ভারতের অগ্রগতি সম্পর্কে যে আলো-চনা রয়েছে, তাতে তরঙ্গা হয়, যে বিজ্ঞানী গোষ্ঠী

এই ছরহ গবেষণার নিয়োজিত থেকে দেশকে সামগ্রিক উন্নয়নে সচেষ্ট, তাঁদের কাজের স্বল্প ভারতকে জগৎ সতারা পরমাণু-বিজ্ঞানে একদিন প্রতিষ্ঠিত করবে।

উপসংহারে কেন্দ্রীন সংযোজন প্রক্রিয়ার হাইড্রোজেন বোমা এবং প্রাজ্জ্বা গবেষণার এই প্রক্রিয়াকে পরমাণুশক্তি আহরণে নিয়োজিত করা, প্রাজ্জ্বা থেকে সোজাভুজি বিদ্যুৎ আহরণের কিছুটা আভাস দেওয়া হয়েছে। এই সব গবেষণা এখনও এমন সাকল্য নিয়ে আসে নি, যা থেকে ভবিষ্যতের জন্তে কিছু তরঙ্গা পাওয়া যেতে পারে। তবু এই বিষয়গুলি সম্পর্কে আলোচনা আর একটু বিশদ হলে চিত্তাকর্ষক হতো সন্দেহ নেই। পরিশিষ্টে সন্নিবেশিত পরিভাষা ও বিজ্ঞানীদের পরিচয় একটি প্রয়োজনীয় সংযোজন।

বাংলা ভাষার এরকম স্বচ্ছ ও সাবলীলভাবে লেখা অনেক জটিল তত্ত্বের সমাবেশ রয়েছে—এরকম বই দুর্লভ। লেখকবর রচনাশৈলীতে যে সুজি-হানার পরিচয় দিয়েছেন, তা বাংলার বিজ্ঞান-সাহিত্যে পঞ্চপ্রদর্শক হবে সন্দেহ নেই। পাঠক-সাধারণ তথা বিজ্ঞানীরা বইটি পড়ে যথেষ্ট উপকৃত হবেন। এই ধরণের বই পাঠকের কাছে যতই সমাদৃত হবে, ততই মঙ্গল।

শ্রীমতী চট্টোপাধ্যায়ের লেখা সাহিত্যে সু-পরিচিত। বিজ্ঞানের রচনাতেও যে তিনি সমান পারদর্শিনী, এই পুস্তকটি তার প্রকৃষ্ট উদাহরণ।

বইটিতে 2/1টি ছাপার ভুল লক্ষ্য করা গেল। আশা করি পরবর্তী সংস্করণে সেগুলি সংশোধিত হবে। বইটির প্রচ্ছদপট, বাধাই ও রেখাচিত্রগুলি চমৎকার হয়েছে।

সূর্যেন্দুবিকাশ কর*

*সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার কিজিন্ন, কলিকাতা-9

কিশোর বিজ্ঞানীর দণ্ড

ডাইনোসোরের অবলুপ্তির কারণ

জীব-বিজ্ঞানীদের মতে আজ থেকে প্রায় 50 কোটি বছর আগে পৃথিবীতে স্থলচর প্রাণীর আবির্ভাব ঘটেছিল, যদিও জলে প্রাণ সৃষ্টি হয়েছিল আরও অন্ততঃ 150 কোটি বছর আগে। বিবর্তন বাদ অনুসারে বিজ্ঞানীরা এই 50 কোটি বছরকে তিন ভাগে ভাগ করেছেন :—(1) পুরাজীবীয় (Palaeozoic) যুগ, (2) মধ্যজীবীয় (Mesozoic) যুগ এবং (3) নবজীবীয় (Cainozoic) যুগ। পুরাজীবীয় যুগের আয়ু প্রায় 30 কোটি বছর। এই সময়ে ডাকার জীব বলতে ছিল শক্ত খোলসধারী কঁকড়াভাতীয় প্রাণী এবং কঁচোভাতীয় অমেরুদণ্ডী প্রাণী আর ডানাওয়ালা নানা প্রকার পতঙ্গ। আর ছিল ফার্নজাতীয় নানা রকম উদ্ভিদ। এই যুগের শেষের দিকে এবং মধ্যজীবীয় যুগের আরম্ভে দেখা দিল সরীসৃপজাতীয় মেরুদণ্ডী প্রাণী। জীবন-সংগ্রামে অমেরুদণ্ডী প্রাণীরা শক্তিশালী সরীসৃপদের কাছে পরাজিত হলো এবং তাদের সংখ্যাও ক্রমে কমতে শুরু করলো। শুরু হলো মেরুদণ্ডী সরীসৃপদের আধিপত্য। প্রথম দিকে এরা ছিল আকারে বেশ ছোট—আধুনিক টিকটিকি বা গিরগিটির কিছু বড় সংস্করণ মাত্র। কিন্তু ক্রমশঃ এদের আকার

ভীষণভাবে বাড়তে লাগলো। ফলে বেশ কিছুকাল পরে এই সব ক্ষুদ্রাকৃতির সরীসৃগজাতীয় প্রাণীরা পরিণত হয় এক শ্রেণীর অতিকায় প্রাণীতে। এরাই ডাইনোসোর নামে পরিচিত। মধ্যজীবীয় যুগে এদেরই ছিল আধিপত্য। এদের মত বিশালাকার বলশালী হিংস্র জীব পৃথিবীতে আর কোনও দিন জন্মায় নি। এই সময়ের উদ্ভিদগুলিও যেন প্রাণীদের সঙ্গে পাল্লা দিয়ে বেড়ে উঠেছিল। পৃথিবী জুড়ে ছিল এই বিরাটাকৃতির গাছ আর অতিকায় প্রাণীদের রাজত্ব। কেবল ডাঙ্গাতেই নয়, জলে এবং আকাশেও এই সব দানব-সরীসৃপেরা আধিপত্য বিস্তার করেছিল। এদের মধ্যে পাখীর মত যারা আকাশে উড়ে বেড়াতো, তাদের বলা হতো টেরোডাক্টিল। মধ্যজীবীয় যুগ চলেছিল প্রায় 10 থেকে 12 কোটি বছর ধরে। এই যুগের শেষের দিকে স্তন্যপায়ী জীবের আবির্ভাব ঘটে। এর পর থেকেই তাদের প্রাধান্য বিস্তার শুরু হয়। স্তন্যপায়ী জীবের আবির্ভাবের কিছুকাল বাদেই অর্থাৎ মধ্যজীবীয় যুগের শেষভাগ থেকেই ডাইনোসোরেরা ক্রমশঃ পৃথিবী থেকে অদৃশ্য হতে থাকে। 100 ফুট লম্বা ডিপ্লাডোকাস বা জাইগান্টোসোরাস, উড়ন্ত টেরোডাক্টিল ও আর্কিওপ্টেরিক্স, অতিকায় মাছ ইক্টিওসোরাস, যাদের দাপটে পৃথিবী টলমল করতো, সকলেই পৃথিবী থেকে লুপ্ত হয়ে গেল। জীবজগতে এতবড় দুর্ঘটনা আর ঘটে নি। ডাইনোসোরদের আবির্ভাব ছিল যেমন বিস্ময়কর ঘটনা, অবলুপ্তিও তার চেয়ে কিছু কম নয়। প্রাগৈতিহাসিক জীবেরা কেন পৃথিবী থেকে লুপ্ত হয়ে গেল, এই সম্পর্কে নানা মূনির নানা মত। আজ পর্যন্ত এই বিষয়ে বিজ্ঞানীরা যতগুলি কারণ দেখিয়েছেন, সেগুলিকে ছয় ভাগে ভাগ করা যায়—(1) প্রাকৃতিক বিপর্যয়, (2) জলবায়ু, (3) রোগ, (4) খাদ্যের স্বল্পতা, (5) স্তন্যপায়ীদের আবির্ভাব, (6) প্রাকৃতিক নির্বাচন।

(1) অনেকে মনে করেন প্রাকৃতিক দুর্যোগই সরীসৃপদের অবলুপ্তির প্রধান কারণ; অর্থাৎ ভূমিকম্প, অগ্ন্যুৎপাত, নতুন জলভাগ বা স্থলভাগের জন্ম—এ সবই ঐ দুর্ঘটনার জন্তে দায়ী। এই মতবাদ বহু-প্রচলিত হলেও এর বিপক্ষে অনেক যুক্তি দেখানো যায়। প্রথমতঃ ভূ-বিজ্ঞানীদের মতে—ভূ-কম্পন, অগ্ন্যুৎপাত প্রভৃতি দুর্যোগের সম্ভাবনা বর্তমানের তুলনায় সে যুগে বেশী ছিল—একথা বলা যায় না। কাজেই এর ফলে সারা পৃথিবীর সরীসৃপ-জগৎ ধ্বংস হওয়াও অসম্ভব। অবশ্য এর মধ্যে পৃথিবীর স্থলভাগ ও জলভাগের প্রচুর পরিবর্তন হয়েছে এবং বহু নতুন পর্বত, সমুদ্র ও মহাদেশের সৃষ্টি হয়েছে। কিন্তু এই সম্পর্কে একটা কথা মনে রাখতে হবে যে, ভূপৃষ্ঠের কোনও পরিবর্তনই হঠাৎ আসে না। তার প্রস্তুতি চলে লক্ষ লক্ষ বছর ধরে। কাজেই সরীসৃপেরা যে ধীরে ধীরে এই পরিবর্তনের সঙ্গে নিজেদের খাপ খাওয়াতে পারে নি—একথা মনে করবার কোনও কারণ নেই। তাহাড়া এই সমস্ত দুর্যোগ সব যুগেই সমান ছিল। অপেক্ষাকৃত দুর্বল পুরাজীবীয় যুগের প্রাণীরা এই সব বিপর্যয়ের মধ্য দিয়েও তাদের বংশধারা অক্ষুণ্ণ রেখেছিল। আজকের চিংড়ি, কঁকড়া, মাকড়সা, কেম্বো, কড়িং এদেরই উত্তর

পূর্বব। সুতরাং কেবল প্রাকৃতিক বিপর্যয়ই ডাইনোসোর গোষ্ঠীর অবলুপ্তির একমাত্র কারণ নয়।

(2) এরপর জলবায়ু। মধ্যজীৱী যুগের শেষের দিকে ডাইনোসোরদের বিলুপ্তির সময়ে পৃথিবীর উষ্ণযুগ শেষ হয়ে আসছিল এবং আসন্ন হিমযুগের প্রস্তুতি চলছিল। কিন্তু এই হিমযুগ আসবার আগেই ডাইনোসোরেরা পৃথিবী থেকে বিদায় নেয়। কাজেই দেখা যাচ্ছে, খুব বড় রকমের জলবায়ুর পরিবর্তন তাদের সহ্য করতে হয় নি। তাছাড়া বর্তমানে রবডাৰ্ভ প্রমাণ করেছেন যে, শীতল-রক্তের প্রাণীদের মস্তিষ্কেও তীক্ষ্ণ অনুভূতিশীল তাপকেন্দ্র বর্তমান আছে। সুতরাং পৃথিবীর জলবায়ু ধীরে ধীরে ঠাণ্ডা হতে শুরু করলেও সে যুগের সরীসৃপদের খুব একটা অনুবিধা হবার কথা নয়।

(3) আমরা জানি, অনেক সময় সংক্রামক ব্যাধিঘটিত মড়কের ফলে বহু জীব ধ্বংস হয়। সে যুগের ডাইনোসোরেরাও যে অনেক রোগে আক্রান্ত হতো, একথা জানা যায় তাদের জীবাশ্ম থেকে। কিন্তু একথা মনে রাখতে হবে, মধ্যজীৱী যুগের শেষের দিকে যে স্তন্যপায়ী জীবদের আবির্ভাব হয়, তারাও নিশ্চয়ই এই সব রোগের হাত থেকে মুক্তি পায় নি। সুতরাং সে যুগে যদি পৃথিবীতে সত্যি কোনও সাংঘাতিক মড়কের সৃষ্টি হতো, তবে তার ফলে স্তন্যপায়ী জীবেরাও লুপ্ত হয়ে যেত। কাজেই রোগ-জীবাণুর আক্রমণে কেবল সরীসৃপ শ্রেণী বিলুপ্ত হয়ে গেল—এই মতবাদ গ্রহণযোগ্য নয়।

(4) অনেকে বলেন, পৃথিবীতে খাতের অভাব ঘটায় অতিকায় প্রাণীরা জীবনধারণ করতে পারে নি। একথা সত্য যে, ফার্নজাতীয় গাছের অভাবে ডাইনোসোরেরা কোষ্ঠবদ্ধতা রোগে আক্রান্ত হয়েছিল। ডাক্তার প্রাণীদের পক্ষে খাতের অপ্রাচুর্য দেখা দিয়েছিল ঠিকই, কিন্তু এই অভাব ছিল পৃথিবীর কয়েকটি অঞ্চলেই সীমাবদ্ধ। পৃথিবীর সমস্ত সরীসৃপদের কাছে এটা মারাত্মক হয়ে ওঠে নি। তাছাড়া সমুদ্রের অধিবাসী ইকুথিসোসোরাস, প্লেসিওসোরাস প্রভৃতি সরীসৃপদের খাত হিসাবে মাছ বা জলজ উদ্ভিদের কিছুমাত্র অভাব ঘটে নি। কিন্তু তা সত্ত্বেও তাদের সংখ্যা দ্রুত হারে কমতে শুরু করেছিল।

(5) কোন কোন জীব-বিজ্ঞানী বলেন, স্তন্যপায়ী জীবদের সঙ্গে সরীসৃপেরা এঁটে উঠতে পারে নি বলেই তাদের পতন। যেমন, পুরাজীৱী যুগের শেষভাগে সরীসৃপেরা পতঙ্গদের পরাস্ত করে পৃথিবী দখল করেছিল। আবার কারও কারও মতে, স্তন্যপায়ীরা সরীসৃপদের ডিম খেয়ে ফেলতো বলেই সরীসৃপদের জন্মের হার ভীষণভাবে কমে যায়।

প্রথমতঃ মধ্যজীৱী যুগের শেষ ভাগে যখন স্তন্যপায়ী প্রাণীর প্রথম আবির্ভাব ঘটে, তখন তারা ছিল নিতান্তই দুর্বল। যদিও পারিপার্শ্বিক অবস্থার সঙ্গে তারা যতটা খাপ খাওয়াতে পেরেছিল, সরীসৃপেরা তা পারে নি। তবুও ক্ষুদ্রাকৃতি স্তন্যপায়ীদের কাছে অতিকায় সরীসৃপদের হেরে ধাবার কোনও প্রসঙ্গই ওঠে না। বরং বর্তমানে প্রমাণ পাওয়া

গেছে যে, স্তম্ভপায়ীরা পাহাড়ের ওহা প্রভৃতি আশ্রয় করে কোন রকমে ডাইনোসরদের হাত থেকে আত্মরক্ষা করে বেঁচে থাকতো। দ্বিতীয় কথা—এখনও বনে-জঙ্গলে বিভিন্ন জন্তু একে অপরের ডিম খেয়ে ফেলে। কিন্তু তার জন্তু কোনও জীববংশ লুপ্ত হয়ে যায় না। তাহাড়া ইকুথিওসোরাস ও এই জাতীয় আরও সরীসৃপদের সরাসরি বাচ্চা হতো; ডিম পাড়বার প্রয়োজন ছিল না। তাহাড়া সে যুগের বিশালাকৃতির টেরোডাণ্ডাইলেরা দলবেঁধে তাদের ডিম পাহারা দিত বলে জানা গেছে। কাজেই সরীসৃপদের বিলুপ্তির জন্তু স্তম্ভপায়ীদের আক্রমণ আংশিক দায়ী হলেও পুরাপুরি নয়।

(6) আধুনিক বিজ্ঞানীদের মতে, জীবের বিবর্তনের নিয়ম অমুযায়ী স্বাভাবিক ভাবেই ডাইনোসরদের অবলুপ্তি ঘটেছে। বাইরের কোনও কারণ এর জন্তু দায়ী নয়। বিজ্ঞানী উডওয়ার্ড বলেন যে, জাতি হিসাবে তাদের জীবনীশক্তিতে ধুঁ ধরেছিল বলেই তারা নিশ্চিহ্ন হয়ে গেছে। মধ্যজীবীয় যুগের শেষ ভাগে সরীসৃপদের মধ্যে কয়েকটি অস্বাভাবিক লক্ষণ দেখা যায়, যেমন—অতি বুদ্ধি, পাখনার আকারে মেরুদণ্ডের বিস্তার, দস্তহীনতা প্রভৃতি। বিজ্ঞানীরা বলেন, পিটুইটারী এবং হরমোন-নিঃসারক অশ্রান্ত গ্রন্থিগুলির কর্তৃত্বায় বিশৃঙ্খলার জন্তুই এরূপ ঘটেছিল। এর ফলে ক্রমে সরীসৃপদের প্রজনন ক্ষমতা হ্রাস পায় ও তারা দ্রুত অবলুপ্তির পথে এগিয়ে চলে। প্রত্যেক প্রাণীর জীবনে যেমন শৈশব-যৌবন-বার্ধক্য আছে, তেমনি আছে জাতির জীবনে। বংশ-বুদ্ধির অক্ষমতা ডাইনোসোর গোষ্ঠীর বার্ষিকের নিদর্শন। ডারউইনের মতবাদ অনুসারে প্রাকৃতিক নির্বাচনে অধিকতর সক্ষম স্তম্ভপায়ী প্রাণীদের আবির্ভাবের ফলে পৃথিবীতে সরীসৃপদের প্রয়োজন ফুরিয়ে গিয়েছিল। ফলে প্রাকৃতিক নিয়মে তাদের জাতিগত জীবনে এলো বার্ষিক্য; অর্থাৎ ডাইনোসোরদের অবলুপ্তি কোনও অস্বাভাবিক ব্যাপার নয়, বিবর্তনের স্বাভাবিক নিয়মেই এটা ঘটেছে। বর্তমান বিজ্ঞানীমহলে এই মতবাদেরই প্রাধান্য দেখা যাচ্ছে।

শ্রীচন্দন বন্দ্যোপাধ্যায়

পারদর্শিতার পরীক্ষা

বুদ্ধির সমস্যা সমাধানে তুমি কত পারদর্শী, তা বোঝবার জন্তে নীচে 5টি প্রশ্ন দেওয়া হলো। উত্তর দেবার জন্তে মোট সময় 8 মিনিট। প্রতিটি প্রশ্নে 20 করে নম্বর আছে। যে প্রশ্নগুলির দু'টি ভাগ রয়েছে, তাদের প্রত্যেকটি ভাগে 10 নম্বর। তোমার পারদর্শিতার পরিমাণ এইভাবে বুঝতে পারবে—80 বা তার বেশী নম্বর পেলে পারদর্শিতা খুব বেশী, 60 বা 70 পেলে বেশী, 40 বা 50 পেলে চলনসই, 20 বা 30 পেলে কম আর 20-এর নীচে পেলে খুবই কম।

1. কঁাকা ঘর দু'টিতে এমন সংখ্যা বসায়, যা আগেকার সংখ্যাগুলির সঙ্গে সঙ্গতিপূর্ণ।

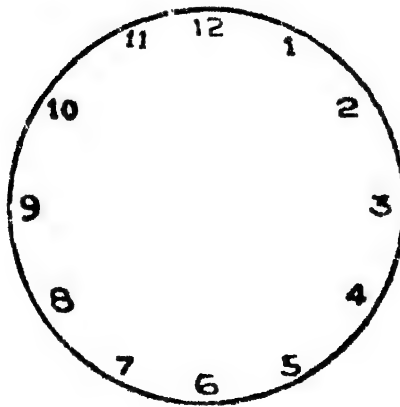
4	5	3	6	
19	21	17	25	

2. —চিহ্নিত স্থানে কোন্ অক্ষর উপযোগী ?

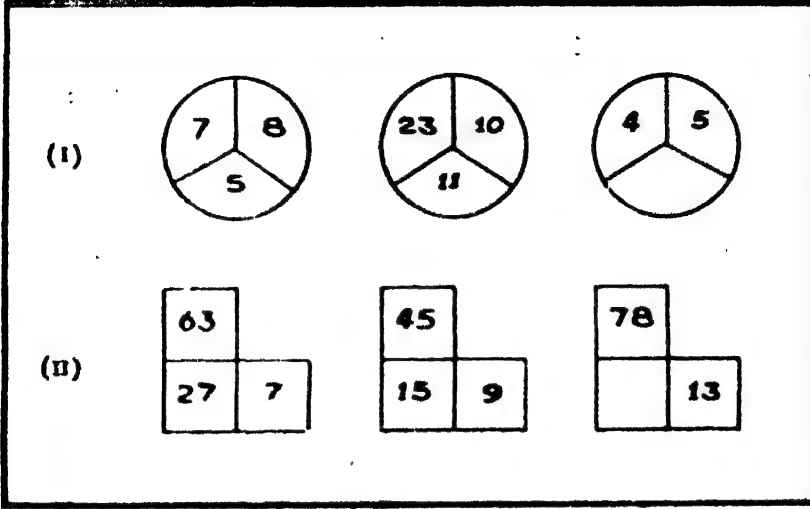
(i) গ জ ড — ব

(ii) ক ছ — ধ ম

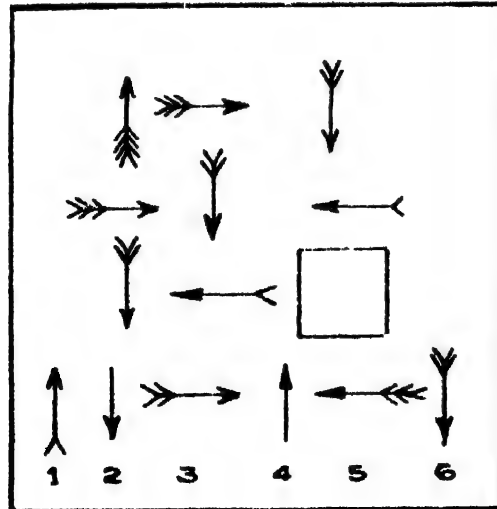
3. নীচের ঘড়ির ছবিটিকে এমন 6টি ভাগে ভাগ করতে হবে, যাতে প্রত্যেক ভাগের 2টি সংখ্যার যোগফল একই হয়।



4. প্রথম দু'টি ছবির সংখ্যাগুলির সঙ্গে সঙ্গতি রেখে কঁাকা ঘরে সঠিক সংখ্যা বসাতো।



5. 1 থেকে 6 পর্যন্ত নম্বর দেওয়া যে তীর-ছিঁকিল রয়েছে, সেগুলির মধ্যে কোন্টি কঁাকা ঘরে বসবার পক্ষে উপযোগী?



(উত্তর—509নং পৃষ্ঠায় জড়িত)

ব্রজানন্দ দাশগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু*

আম

আমাদের দেশের ফলের মধ্যে আমকে অত্যাংকুষ্ট ফল বললে অত্যাক্তি হয় না। এক্ষেত্রেই আমকে বলা হয় অমৃত ফল। ভারতের বিভিন্ন অঞ্চলে আম বিভিন্ন নামে পরিচিত। দক্ষিণ ভারতের তামিলভাষী লোকেরা আমকে বলে মাক্সা। এই মাক্সা থেকে আমের ইংরেজী নাম ম্যাক্সো হয়েছে, কিন্তু অনেকের ধারণা, মালয়ের লোকেরা আমকে মাক্সা বলে এবং এথেকেই আমের ইংরেজী নাম হয়েছে ম্যাক্সো। উদ্ভিদ-বিজ্ঞানীরা বলেন আমের আসল জন্মভূমি ভারত নয়, মালয় দ্বীপপুঞ্জ।

সাধারণ রুষ্টিপাত হয় অথচ জল দাঁড়ায় না এবং বালির ভাগ কম—এরূপ জমিই আম গাছের পক্ষে উপযোগী। আমাদের দেশে হাজারেরও বেশী বিভিন্ন জাতের আমগাছ আছে। এই গাছগুলি দুই ভাবে অর্থাৎ বীজ ও কলম থেকে জন্মলাভ করে। বীজ গাছের আমগুলি সাধারণতঃ আকারে ছোট, আঁটি বড় এবং তাতে আঁশের অংশ বেশী, কিন্তু কলমী গাছের আমগুলি আঁশশূন্য এবং তাদের আঁটি পাংলা হয়ে থাকে। অবশ্য ক্ষেত্রবিশেষে এর ব্যতিক্রমও আছে।

অনুমান করা হয়, আলেকজেণ্ডারই প্রথম (খৃঃ পূঃ 327) দিক্‌উপত্যকায় আমের বাগান লক্ষ্য করেছিলেন। চীনা পর্যটক হুয়েন সাং (খৃঃ 633-45) আমের সঙ্গে পরিচিত হন এবং তিনিই বিদেশে আম রপ্তানী করার চেষ্টা করেন। তবে পর্তুগীজ, ইংরেজ ও ফরাসীরা পৃথিবীর নানা দেশে আম চালান দিতেন এবং তারাই পৃথিবীর নানা দেশে আমগাছ জন্মাবার ব্যবস্থা করেন। ভারত ছাড়াও বর্তমানে অষ্ট্রেলিয়া, ব্রহ্মদেশ, ফিলিপাইন, ওয়েস্ট ইন্ডিজ, ব্রিজিল, মেক্সিকো, মিশর প্রভৃতি দেশে আম উৎপন্ন হয়, কিন্তু ভারতবর্ষের আমের মত এত সুস্বাদু ও ভাল জাতের আম পৃথিবীর আর কোথাও উৎপন্ন হয় না। এই কারণে ভারত থেকে প্রতি বছর প্রচুর আম বিদেশে রপ্তানী হয় এবং ভারতীয় আমের অনুরাগীর সংখ্যা বিদেশে দিন দিন বেড়েই চলেছে।

সংস্কৃত সাহিত্যে আমের অনেক নাম আছে। তার মধ্যে কয়েকটি হলো—রাজকীয়, আদ্র, রসাল, মধুদূত, অতি-সৌরভ, কোকিলবধু প্রভৃতি। আমাদের দেশের আধুনিক কলমী আমের সঙ্গে রাজা-বাদশা, বিভিন্ন দেশ ও উৎপাদকের নাম জড়িয়ে আছে, যেমন—মালদা, সিঙ্গাপুরী, বারমাণী, দোফসলা, বৈশাখিয়া, আবগা, সিরাজদৌল্লা, জাহাঙ্গীর প্রভৃতি।

আমের মধ্যে ল্যাংড়া খুব সুস্বাদু এবং ল্যাংড়া অনেক জাতের আছে, যেমন—ল্যাংড়া হাজিপুর, ল্যাংড়া মীরট, ল্যাংড়া পাটনা প্রভৃতি। কিন্তু সবচেয়ে উৎকৃষ্ট হলো বেনারসী ল্যাংড়া। কজলী আম আকারে বড় এবং ওজনে প্রায় এক থেকে দেড় কিলোগ্রাম

পর্যন্ত হয়। এক সময় দেড় কিলোগ্রাম থেকে পাঁচ কিলোগ্রাম পর্যন্ত এক-একটি আম মালদহে পাওয়া যেত। পশ্চিম বঙ্গে মালদহ ও মুর্শিদাবাদেই কজলীর ফলন হয় বেশী। শোনা যায়, আবুল ফজলের নাম থেকেই কজলী নামের উৎপত্তি।

ইতিহাস থেকে জানা যায়, মুঘল সম্রাট আকবর বিহারে দ্বারভাঙ্গা অঞ্চলে বিখ্যাত লাখ-বাগ বা লক্ষ আম গাছের বাগান প্রতিষ্ঠা করেছিলেন। আবুল ফজলের 'আইন-ই-আকবরী'তে সেই যুগের আমের সম্বন্ধে বিশদ বিবরণ পাওয়া যায়। সেকালের নবাব-বাদশাহরা আম খেতে খুবই পছন্দ করতেন এবং বড় বড় আমের বাগান তৈরি করিয়েছিলেন।

কাঁচা ও পাকা আম আমাদের শরীরের পক্ষে বিশেষ হিতকর এবং নানান স্নেহজ পদার্থে সমৃদ্ধ থাকে। কাঁচা আমের মধ্যে থাকে জলীয় পদার্থ-80%, কার্বোহাইড্রেট-10.2%, প্রোটিন-4.7%, লৌহ-4.5%, অগ্ন্যাশ্ব খনিজ পদার্থ-4%, ক্যালসিয়াম 1%, আর পাকা আমের মধ্যে জলীয় পদার্থ ও প্রোটিনের ভাগ কাঁচা আম আপেক্ষা একটু বেশী থাকে। পাকা আমে থাকে—জলীয় পদার্থ-86%, কার্বোহাইড্রেট-9.6%, প্রোটিন 6%, লৌহ-3%, অগ্ন্যাশ্ব খনিজ পদার্থ-3%, ক্যালসিয়াম-2%। তাছাড়া আমের মধ্যে ভিটামিন-এ ও সি বেশ পর্যাপ্ত পরিমাণে এবং ভিটামিন-বি সামান্য পরিমাণে থাকে।

কাঁচা আম দাঁতের পক্ষে খুবই ক্ষতিকর এবং বায়ু, বাত ও পিত্ত বৃদ্ধি করে, কিন্তু পাকা আম স্নেহজ, পুষ্টিকর, লঘুপাক ও বলকারক। তাছাড়া অম্ল, পিত্ত ও ক্ষয় রোগীদের পক্ষেও আম খুব উপকারী এবং রক্তের নানাবিধ রোগ দূরীকরণের ক্ষমতা আমের আছে।

গ্রীষ্মকালে রোজ লেগে বা লুলাগবার ফলে জ্বর হলে কাঁচা আম পুড়িয়ে তার সঙ্গে হুন মাখিয়ে খেলে লু-এর প্রভাব আন্তে আন্তে চলে যায় অথবা কাঁচা আম পুড়িয়ে বা সিদ্ধ করে সমস্ত শরীরে মাখলেও লুয়ের প্রভাব কেটে যায়। মধুর সঙ্গে আম ভক্ষণ করলে ক্ষয়রোগ, গ্ৰীহা ও বাতের রোগ সারে এবং কচি আমের সঙ্গে জাম পাতার রস পান করলে আমাশয় শীঘ্র আরোগ্য হয়। বহুমূত্র রোগীদের পক্ষে আম একটি ভাল ফল। রোজে শুকানো কাঁচা আমের পুরনো আমগী খেলে আমাশয়ে উপকার পাওয়া যায়। শিশুদের আমাশয় রোগে আমের আঁটির শাঁসের প্রলেপ নাভির চতুর্পার্শ্বে দিলে স্নেহল পাওয়া যায়। সামান্য মাত্রায় আমে আঁটির শাঁসের সঙ্গে মধু মিশিয়ে খেলে বমি বন্ধ হয়। এছাড়া আমের আরও অনেক উপকারক গুণ আছে।

আশিষ রায়চৌধুরী

(পারদর্শিতার পরীক্ষা)

1. উপরের ঘরে 2 এবং নীচের ঘরে 9।

[উপরের লাইনের পর পর সংখ্যাগুলির মধ্যে পার্থক্য যথাক্রমে +1, -2, +3। সুতরাং এর পরের পার্থক্যটি হবে -4 এবং সংখ্যাটি হবে $6-4=2$ ।

নীচের লাইনের পর পর সংখ্যাগুলির মধ্যে পার্থক্য যথাক্রমে +2, -4, +8। সুতরাং পরের পার্থক্যটি হবে -16 এবং সংখ্যাটি হবে $25-16=9$]

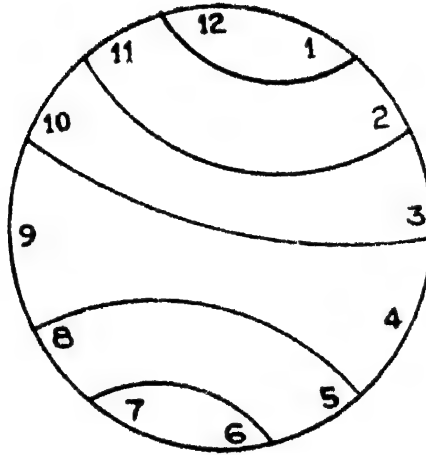
2. (i) দ

[গ, জ, ড ও ব হচ্ছে ব্যঞ্জনবর্ণের তালিকার যথাক্রমে 1ম, 2য়, 3য় ও 5ম লাইনের মাঝের অক্ষর। 4র্থ লাইনের মাঝের অক্ষর হলো দ। এটাও লক্ষণীয় যে, পর পর অক্ষরগুলির মধ্যে 4টি করে অক্ষরের ব্যবধান থাকছে।]

(ii) ড

[ক, ছ, ধ ও ম হচ্ছে ব্যঞ্জনবর্ণের তালিকার যথাক্রমে 1ম লাইনের 1ম অক্ষর, 2য় লাইনের 2য় অক্ষর, 4র্থ অক্ষর ও 5ম লাইনের 5ম অক্ষর। 3য় লাইনের 3য় অক্ষর হলো ড। এটাও লক্ষণীয় যে, পর পর অক্ষরগুলির মধ্যে 5টি করে অক্ষরের ব্যবধান থাকছে।]

3.



[প্রত্যেকটি ভাগের 2টি সংখ্যার যোগফল 13।]

4. (i) 3

[প্রথম ছবিটিতে $(7+8)/3=5$; দ্বিতীয় ছবিটিতে $(23+10)/3=11$; সুতরাং তৃতীয় ছবিটির কাঁকা ঘরে হবে $(4+5)/3=3$ ।]

(ii) 18

[প্রথম ছবিটিতে $(63/7) \times 3=27$; দ্বিতীয় ছবিটিতে $(45/9) \times 3=15$; সুতরাং তৃতীয় ছবিটির কাঁকা ঘরে হবে $(78/13) \times 3=18$ ।]

5. 4

[উপরের দুটি লাইনের প্রত্যেকটিতেই পর পর তীর-চিহ্নগুলি ঘড়ির কাঁটার গতিই অভিমুখে (Clockwise) 90 ডিগ্রী করে ঘুরে গেছে; তাছাড়া তাদের পালকের সংখ্যা কমেছে একটি করে। এই দুটি বৈশিষ্ট্য অনুযায়ী তৃতীয় লাইনের কাঁকা ঘরে 4 নম্বরের তীর চিহ্নটি বসবে।]

প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন 1. : মকরধ্বজ কি ?

তড়িৎকুমার চক্রবর্তী, জলপাইগুড়ি

প্রশ্ন 2. : টি. এন. টি. কি ?

ডলি তলাপাত্র, শ্যামল চক্রবর্তী, মুর্শিদাবাদ

উত্তর 1. : মকরধ্বজ হচ্ছে একটা আয়ুর্বেদীয় ঔষধ। প্রাচীন কাল থেকেই মুমূর্ষু বোগীকে বাঁচাবার উদ্দেশ্যে মধুর সঙ্গে মেড়ে মকরধ্বজ খাওয়ানোর প্রথা প্রচলিত আছে।

রাসায়নিকভাবে মকরধ্বজ হচ্ছে মারকিউরিক সালফাইড। মকরধ্বজ তৈরি করবার সময় প্রথমে ছোট ছোট সোনার পাত ও পারদ একসঙ্গে পিষে নিয়ে অ্যামালগাম তৈরি করা হয়, পরে এই অ্যামালগামের সঙ্গে গন্ধক মিশিয়ে আবার পিষে নেওয়া হয় এবং শেষে পদার্থটিকে উর্ধ্বপাতিত করা হয়। উর্ধ্বপাতনের সাহায্যে পাওয়া পদার্থটাই মকরধ্বজ।

এই ভাবে প্রাপ্ত মকরধ্বজে সোনার উপস্থিতি সম্পর্কে দ্বিমত আছে। কেউ কেউ ভাবেন, ছোট ছোট সোনার পাত উর্ধ্বপাতনের সময় পাত্রের নীচে থেকে যায়। ফলে মকরধ্বজে সোনার অনুপস্থিতিই স্বাভাবিক। তবে সে ক্ষেত্রে সোনার পাত পারদ ও গন্ধকের রাসায়নিক মিলনের ক্ষেত্রে অনুঘটকের কাজ করে থাকে। আবার কেউ বা মনে করেন, মকরধ্বজে সোনার উপস্থিতি থাকে এবং সোনার এই উপস্থিতি পারদের রোগ নিরাময় ক্ষমতাকে বাড়িয়ে দেয়।

পারদের সঙ্গে গন্ধকের পরিমাণ কম বা বেশী করে বিভিন্ন ক্ষমতার মকরধ্বজ তৈরি করা হয়ে থাকে। আয়ুর্বেদীয় চিকিৎসা-পদ্ধতিতে বিভিন্ন ক্ষমতার মকরধ্বজ বিভিন্ন রোগ নিবারণের কাজে প্রয়োগ করা হয়। হৃদরোগ, যক্ষ্মা, পেটের রোগ, জ্বর প্রভৃতি রোগে মকরধ্বজ বেশ কার্যকরী। বিভিন্ন রোগের বেলায় মকরধ্বজকে মধু ও নানা রকম অনুপানের সঙ্গে মেড়ে নিয়ে রোগীকে খাওয়ানো হয়।

উত্তর 2. : ট্রাইনাইট্রোটলুইন কথাটার সংক্ষিপ্ত নাম হচ্ছে টি. এন. টি.। এর রাসায়নিক সংকেত হচ্ছে $C_6H_5(CH_3)(NO_2)_3$ । কয়লা থেকে প্রাপ্ত কোলটারজাতীয় পদার্থের সঙ্গে নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় টি. এন. টি. তৈরি করা হয়। বিস্ফোরক পদার্থ হিসাবেই টি. এন. টি. সবচেয়ে বেশী কাজে লাগে।

শ্যামসুন্দর দে*

বিবিধ

দশম বার্ষিক 'রাজশেখর বসু স্মৃতি' বক্তৃতা

গত 16ই জুলাই (1971) বৈকাল সাড়ে পাঁচ ঘটিকার বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ ভবনের 'কুমার প্রমথনাথ রায় বক্তৃতা-কক্ষে' বিজ্ঞান পরিষদ কর্তৃক আয়োজিত দশম বার্ষিক 'রাজশেখর বসু স্মৃতি' বক্তৃতা প্রদান করেন ঞ্জাপুরের ইণ্ডিয়ান ইনস্টিটিউট অব টেকনোলজির অধ্যাপক গগনবিহারী বন্দ্যোপাধ্যায়। বক্তৃতার বিষয়বস্তু ছিল 'সাধারণ আপেক্ষিকতা তত্ত্ব'। ঐ সভায় সভাপতিত্ব করেন বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের সভাপতি জাতীয় অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ বসু।

খাদ্যশস্যের রেকর্ড ফলন

1971-71 সালে 10 কোটি 50 লক্ষ মেট্রিক টন থেকে 10 কোটি 60 লক্ষ মেট্রিক টন খাদ্যশস্য উৎপন্ন হবে।

এটা সর্বকালের রেকর্ড। এই সব শস্যের অধিকাংশই ধান, বাজরা, ভুট্টা ও গম। গত বছরের উৎপাদন ছিল 9 কোটি 95 লক্ষ মেট্রিক টন। গত বছরের চেয়ে এই বছর উৎপাদন বৃদ্ধি পেয়েছে। কেন্দ্রীয় কৃষি মন্ত্রকের বার্ষিক রিপোর্টে এই তথ্য জানা গেছে।

অন্ডাজ ফসলের উৎপাদনের হিসাব দিতে গিয়ে রিপোর্টে বলা হয়েছে যে, 1970-71 সালে আখের (গুড়ের হিসাবে) উৎপাদন গত বছরের মতই হবে—1 কোটি 34 লক্ষ মেট্রিক টন। গত বছর তৈলবীজের উৎপাদন হয়েছিল 76 লক্ষ মেট্রিক টন। এই বছর বেশ কিছু বেশী হবে বলে আশা করা যায়। তুলা ও পাটের ক্ষেত্রে রিপোর্টে স্বীকার করা হয়েছে যে, ফলন আশাহরূপ বৃদ্ধি পায় নি।

গত বছর পাট উৎপন্ন হয়েছিল সাড়ে 56 লক্ষ গাঁট, 1970-71 সালে তা কমে হয়েছে 49 লক্ষ 10 হাজার গাঁট।

অ্যাপোলো-15-এর মহাকাশচারীদের

চন্দ্রপৃষ্ঠে অবতরণ

26শে জুলাই তিনজন আমেরিকান মহাকাশ-চারী কর্ণেল স্কট (অধিনায়ক), জেমস্ আরউইন ও মেজর ওয়ার্ডেন অ্যাপোলো-15 মহাকাশযানে চড়ে চন্দ্রাভিমুখে বাজা করেন।

30শে জুলাই স্কট ও আরউইন চন্দ্রযান ক্যালকন-এ চড়ে চাঁদের অ্যাপেনাইন-ছাড়লী রিলে এলাকার অবতরণ করেন এবং 15 ঘণ্টা বিশ্রাম করেন। 31শে জুলাই ক্যালকন থেকে স্কট ও আরউইন চাঁদে পদার্পণ করেন। মেজর ওয়ার্ডেন চাঁদের কক্ষপথে মূলযানটি চালান। অ্যাপেনাইন হচ্ছে 13 হাজার ফুট উঁচু পর্বত এবং ছাড়লী রিলে হচ্ছে 60 মাইল দীর্ঘ বিগল নদীখাত। চন্দ্রপৃষ্ঠে অবতরণকারী মহাকাশ-চারীদের চন্দ্রপৃষ্ঠে মোটর গাড়ীতে চড়ে ঘুরে বেড়ান। মোটরে চড়বার আগে তাঁরা কিছুক্ষণ হেঁটে ঘুরে বেড়ান।

ভ্রম সংশোধন :

জ্ঞান ও বিজ্ঞানের জুন '71 সংখ্যায় পুস্তক-পর্যালোচনার প্রকাশিত 'চল যাই চাঁদের দেশে' পুস্তকের প্রকাশকের নাম 'অ্যাসোসিয়েটেড পাবলিশিং কোং প্রাইভেট লিঃ'-এর পরিবর্তে 'ইণ্ডিয়ান অ্যাসোসিয়েটেড পাবলিশিং কোং প্রাইভেট লিঃ' হবে।

শোক-সংবাদ

অধ্যাপক পুলিনবিহারী সরকার

14ই জুলাই কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের প্রাক্তন ঘোষ অধ্যাপক ও খ্যাতনামা বিজ্ঞানী অধ্যাপক পুলিনবিহারী সরকার 77 বছর বয়সে পরলোকগমন করেন। তিনি দার্শনিক অস্ত্রের যোগে ভুগছিলেন। স্বর্গত: অধ্যাপক সরকার আচার্য প্রফুল্লচন্দ্র রায়ের খুব প্রিয় ছাত্র ছিলেন। আজীবন নির্ভাবান শিক্ষারতী হিসাবে তিনি শিক্ষা-জগতে অবিস্মরণীয় হয়ে থাকবেন।

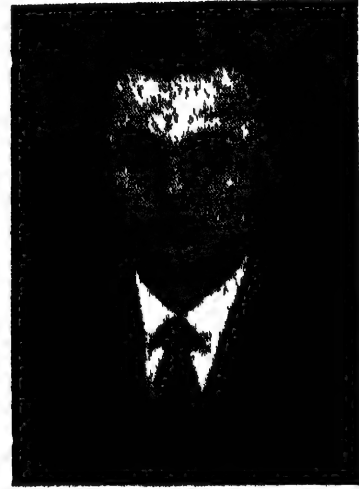
রসায়নে এম. এস-সি পরীক্ষার উত্তীর্ণ হবার পর তিনি কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের বিজ্ঞান কলেজে রসায়নের লেকচারার নিযুক্ত হন। 1925 সালে তিনি ইউরোপে যান এবং সুরবন বিশ্ববিদ্যালয়ে (প্যারিস) অধ্যাপক জি. যুরবার তত্ত্বাবধানে অ্যান্টিরায়, গ্যাভোলিনিরায় ও ইউরোপীয়ায় সম্পর্কে গবেষণা করেন।

1946 সালে ডক্টর সরকার কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের রসায়নের সার রাসবিহারী ঘোষ প্রফেসর নিযুক্ত হন এবং 1952 সালে তিনি বিভাগীয় প্রধান হন। 1960 সালে তিনি কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে অবসর গ্রহণ করেন। অ্যানালিটিক্যাল কেমিস্ট্রিতে তাঁর অবদানের জন্যে কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয় তাঁকে সার পি. সি. রায় স্বর্ণপদক দেন। তিনি বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের প্রাক্তন সদস্য ছিলেন।

ডক্টর বীরেশ্বর বন্দ্যোপাধ্যায়

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের প্রাক্তন সদস্য ও মার্কিন প্রবাসী রসায়নশাস্ত্রের অধ্যাপক ডক্টর বীরেশ্বর বন্দ্যোপাধ্যায় গত 7ই জুলাই মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের মিসিসিপিতে হঠাৎ হৃদরোগে আক্রান্ত হয়ে পরলোকগমন করেছেন। মৃত্যুকালে তাঁর বয়স হয়েছিল মাত্র 41 বছর এবং তিনি তাঁর বৃদ্ধ পিতামাতা, জী ও বোনদের রেখে গেছেন।

ডক্টর বন্দ্যোপাধ্যায় 1953 সালে কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে বিজ্ঞান রসায়নশাস্ত্রে এম. এস-সি. পরীক্ষার উত্তীর্ণ হন এবং 1956 সালে অধ্যাপক প্রদরজন রায়ের অধীনে অণু-রসায়নশাস্ত্রে গবেষণা করে ডক্টরেট ডিগ্রী লাভ করেন। তিনি বাদবপুরে ইণ্ডিয়ান অ্যাসোসিয়েশন ফর কাল্টিভেশন অফ সায়েন্স-এ কিছু-

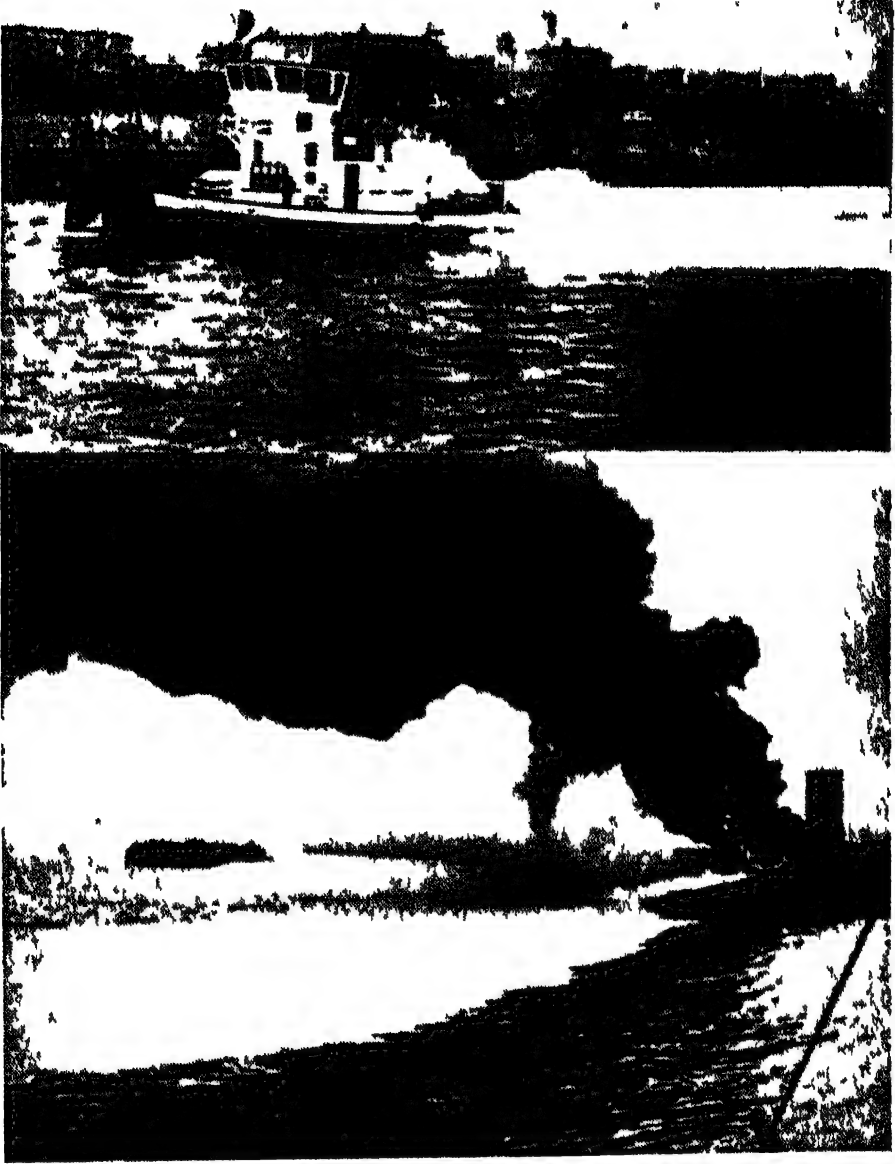


ডক্টর বীরেশ্বর বন্দ্যোপাধ্যায়

কাল গবেষণা করেছিলেন। মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের করনেল এবং ইণ্ডিয়ান বিশ্ববিদ্যালয়ে তিনি কয়েক বছর গবেষণা ও অধ্যাপনা করেন। সর্বশেষে 1967 সাল থেকে মিসিসিপির অ্যানলকর্ন এগ্রিকালচারাল অ্যান্ড মেকানিক্যাল কলেজে রসায়নশাস্ত্রের অধ্যাপকরূপে তিনি কাজ করেন। বাংলাভাষার বিজ্ঞান বিষয়ে একজন মূলধন হিসাবে তিনি খ্যাতি অর্জন করেছিলেন। বিশ্বভারতী কর্তৃক প্রকাশিত 'অ্যান্টিবায়োটিক', বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ কর্তৃক প্রকাশিত 'স্বাস ও মৃত্যু' প্রভৃতি একাধিক লোকজনক বিজ্ঞান গ্রন্থের তিনি রচয়িতা। এছাড়া, এদেশের সাময়িক পত্র-পত্রিকাতেও তিনি বিজ্ঞান বিষয়ে লিখতেন।

প্রধান সম্পাদক—ত্রিগোপালচন্দ্র ভট্টাচার্য

তিনিহিরকুমার ভট্টাচার্য কর্তৃক পি-23, রাজা রাজকৃষ্ণ স্ট্রিট, কলিকাতা-6 হইতে প্রকাশিত এবং ওপুপ্রেশ 37/7 মেরিটোলা লেন, কলিকাতা হইতে প্রকাশক কর্তৃক মুদ্রিত।



ଅଗ୍ନିନିର୍ବାপক জাহাজ

ଆଧୁନିକ ସବଜ୍ଞାୟେ ୧୯୭୬ ମସିହାରେ ନିର୍ମାଣ କରାଯାଇଥିବା ଏହି ଜାହାଜଟି
 ପାଶ୍ଚାତ୍ୟ ଜାର୍ମାନୀର ବାୟନ ନଦୀରେ ଥିବା ଏକ ନିର୍ବାପକ ଗାଡ଼ିରେ ଥିବା ଏହି
 ଜାହାଜଟି ୧୫ ମିନିଟ୍ରେ ମଧ୍ୟ ୬୦ ମିଟର ଓ ୮୦ ଫୁଟ ଏକ ଫିଲୋମିଟର ଲମ୍ବା
 କେନାବ ଆବରଣ ଥିବା ଏକ ପାଏ ଜାହାଜଟିରେ ଦେଖି ଏକ ଘଣ୍ଟା ଧରି ଆବରଣ
 କେନା ଉତ୍ପାଦନର ଅଳ୍ପ ବାସାୟନିକ ପଦାର୍ଥ ସାଫତା ଥାଏ । ଏବଂ ସାହାଯ୍ୟେ ୬୦
 ମିଟର ଦୂର ଥିବା ବିପଦଗ୍ରସ୍ତ ଜାହାଜକୁ ଆଗୁନେଇ କବଳ ଥିବା ଚାଲେ ବାସ
 କେନା ଉତ୍ପାଦକ ଏହି ବାସାୟନିକ ପଦାର୍ଥ ଯାହାକି ପକ୍ଷେ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ବାପକ ।

শারদীয়

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

চতুর্বিংশ বর্ষ

সেপ্টেম্বর-অক্টোবর, ১৯৭১

নবম-দশম সংখ্যা

আমাদের কথা

আবার শরৎ আসিয়াছে। সেই সঙ্গে এই রাজ্যে আসিয়াছে প্রাণন, মাহুকের দুঃখ-দুর্দশা বাড়িয়া গিয়াছে বহু গুণ। হৃতসর্বস্ব আত্মনর-নারীর হাহাকারে রাজ্যের আকাশ-বাতাস আজ তারাকান্ত। দুর্ভোগের ঘনকুণ্ড মেঘ দিগন্ত ছাইয়া ফেলিতেছে; তথাপি আমরা পুরাতন প্রথা অনুসরণ করিয়া শরতের আরক বর্তমান শারদীয় সংখ্যাটি প্রকাশ করিলাম। ‘মেঘ দেখে কেউ করিসনে তর, আড়ালে তার সূর্য হানে’—আজ মানবতা বিপন্ন, তাই আশা হয় নব মানবতার অভ্যুদয় সমাসয়।

আমরা বাংলাভাষার মাধ্যমে বিজ্ঞান-শিক্ষার জন্ত প্রতী হইয়াছি। ওপার বাংলার মাহুয় বাংলাভাষাকে বুকের রক্ত ঢালিয়া নূতন মহিমায় প্রতিষ্ঠিত করিতেছেন। দ্বিতিক, মহামারী, প্রাণন প্রভৃতি প্রাকৃতিক দুর্য্যাকজনিত ক্ষয়-ক্ষতি, দানবীয় হিংসার রক্তলোলুপ স্ফোদ্রাদনা—কোন কিছুই আজ মাহুকের অগ্রগতিককে রুদ্ধ করিতে পারিতেছে না। প্রচণ্ড ইচ্ছাশক্তি, চরম

আত্মত্যাগের প্রস্তুতির সঙ্গে বিজ্ঞানশক্তির পুণ্ড সম্মিলন হইলে মাহুকের অসাধ্য কিছুই থাকিতে পারে না। সে চন্দ্রলোক জয় করিয়াছে, গ্রহান্তরে যাত্রার পথ সুগম করিতেছে, বংশাঙ্ক-ক্রম নিরূপণের রহস্য আজ তাহার অধিগত-প্রায়। দিকে দিকে বিজ্ঞানের জয়যাত্রা।

বিজ্ঞানের এই আনন্দযজ্ঞে আজ সবার নিমন্ত্রণ। বিদেশী ভাষা আর বাহাতে বিজ্ঞান-ভাণ্ডার ও আমাদের দেশের সাধারণ মাহুকের মধ্যে ব্যবধানের দুর্গভাষা প্রাচীর হইয়া না দাঁড়ায়—তাহারই উদ্দেশ্যে ‘জ্ঞান ও বিজ্ঞান’-এর প্রচেষ্টা অব্যাহত আছে। সেই প্রচেষ্টা বিশেষ ভাবে প্রকাশ পায় শারদীয় সংখ্যার মধ্যে। বিজ্ঞানের বিভিন্ন বিষয়ে লোকরঞ্জক প্রবন্ধ, সচিহ্ন সংবাদ ইত্যাদি সন্নিবেশিত করিয়া বর্তমান সংখ্যাটিকেও পাঠক-সাধারণের নিকট সর্বিশেষ আকর্ষণীয় করিবার জন্ত যথাসাধ্য চেষ্টা করা হইয়াছে। এই প্রচেষ্টা কিছুমাত্র সফল হইলে আমাদের সকল প্রিয় সার্থক জ্ঞান করিব।

জিন-প্রযুক্তিবিদ্যা ও মানুষের ভবিষ্যৎ

শ্রীসুভাষচন্দ্র বসাক ও শ্রীজগৎজীবন ঘোষ*

বিংশ শতাব্দীর প্রথমভাগে জিন সম্পর্কে আমাদের জ্ঞান ছিল সীমিত। জিনের প্রকাশ তো দূরের কথা, জিনের প্রকৃতি সম্পর্কেই কোন সঠিক ধারণা ছিল না। কিন্তু বিগত কয়েক দশকে জিন সম্পর্কে বিপুল ও বিশ্বকর তথ্যাদি আমাদের হাতে এসেছে। এখন গবেষণাগারে চিনির বোতলের পাশে 'জিনের বোতল' আমাদের মনে কোন সাড়াই জাগায় না। যেহেতু জীবকোষের প্রতিটি বিক্রিয়ার জন্তে একটি করে এনজাইম দরকার এবং এনজাইমের প্রকৃতি সম্পূর্ণরূপে জিনেরই উপর নির্ভর করে, তাই জীবকোষ তথা প্রাণীর উপর জিনের প্রভাব অপরিসীম। সাধারণতঃ জিন বংশপরম্পরায় প্রায় অবিকৃতভাবেই বাহিত হয়। সুতরাং যদি কোন কারণে জিনের কোন পরিবর্তন হয়, তবে ঐ পরিবর্তিত জিনও অবিকৃতভাবেই বংশপরম্পরায় বাহিত হয়ে থাকে। আর এই পরিবর্তন যদি কোন রোগের কারণ হয়, তবে সে রোগ বংশপরম্পরায় চলতে থাকে। যেহেতু

পরিবহন

জিন ———→ আর-এন-এ ———→ আর-এন-এ ———→ প্রোটিন বা এনজাইম
(নিউক্লিয়াস) (সাইটোপ্লাজম)

কোন কোষের জিন মোট যে সঙ্কেত বহন করে, তার অতি সামান্য অংশ প্রোটিন তৈরির কাজে লাগে। প্রাণিদেহের সব অপ্রজনন-শীল (Somatic) কোষের জিনের দৈর্ঘ্য, অর্থাৎ মোট সঙ্কেতের পরিমাণ এক। কিন্তু একটা বিশেষ ধরনের কোষে জিনের একটা বিশেষ অংশ প্রোটিন তৈরির কাজে লাগে।

যদি জিন থেকে প্রোটিন পর্যন্ত দীর্ঘ প্রক্রিয়ার

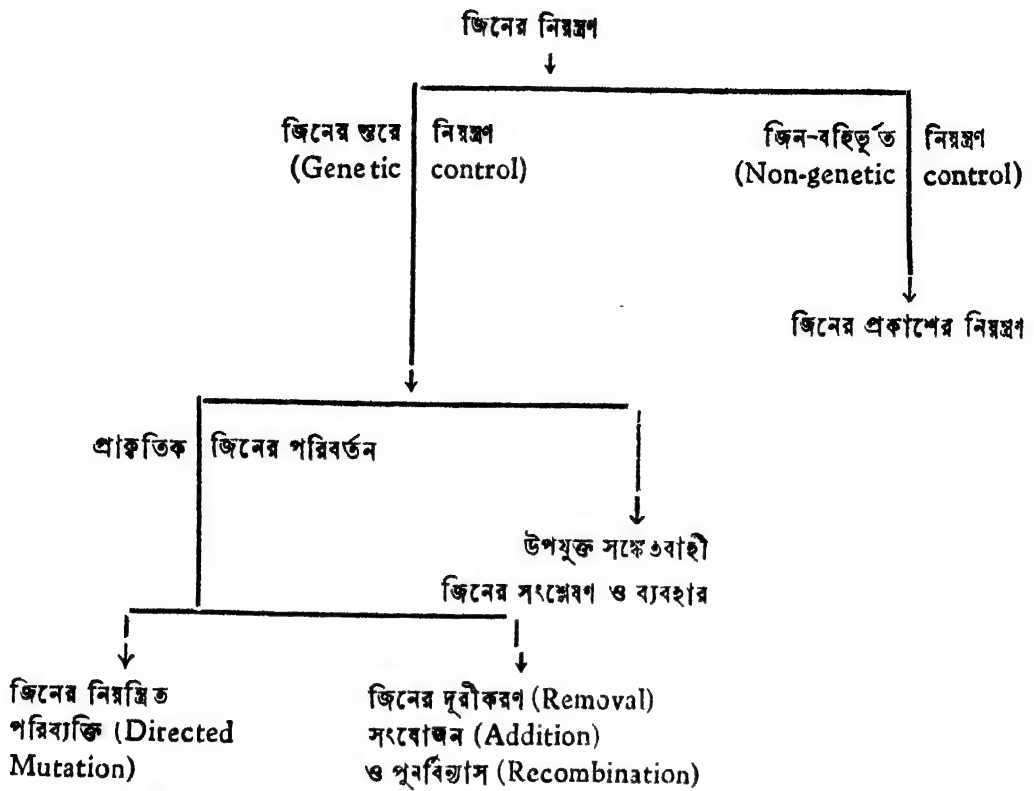
এতদিন জিন ছিল ধরাছোঁয়ার বাইরে, সেহেতু জিনবাহিত রোগেরও কোন প্রতিকার ছিল না। কিন্তু সম্প্রতি প্রাকৃতিক উৎস থেকে জিনের পৃথকীকরণ, জিনের নিয়ন্ত্রিত পরিব্যক্তি এবং জিনের কৃত্রিম সংশ্লেষণের ফলে আমাদের জ্ঞান যে স্তরে এসে পৌঁছেছে, তাতে জিনের পরিবর্তনের মাধ্যমে জিনবাহিত রোগ সারাবার সম্ভাবনা বাস্তবে পরিণত হতে চলেছে। জিন-প্রযুক্তিবিদ্যার এটাই হলো এক শ্রেষ্ঠ অবদান।

জিন-এনজাইম এবং জিন-প্রোটিনের সম্পর্ক

জীবকোষের বাবতীয় প্রক্রিয়াই সরাসরি জিনের দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। কোষের নিউক্লিয়াসে প্রথমে জিন থেকে তৈরি হয় বার্তাবাহী আর-এন-এ (Messenger RNA)। অতঃপর এই আর-এন-এ নিউক্লিয়াস থেকে বার সাইটোপ্লাজমে এবং সেখানে একাধিক রাসায়নিক ক্রিয়ার মাধ্যমে তৈরি হয় প্রোটিন বা এনজাইম।

কোথাও কোন জটিল ফলে প্রোটিন তৈরি না হয় বা ভুল প্রোটিন তৈরি হয়, তবে রোগ দেখা দেয়। এই প্রকার জিনবাহিত বা বংশগত রোগ দূর করার জন্তে জিনের সঙ্কেত এবং জিনের প্রকাশের নিয়ন্ত্রণ প্রয়োজন এবং নিয়ন্ত্রিত বিভিন্ন উপায়ে তা করা যেতে পারে—

*প্রাণরসায়ন বিভাগ, কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়, কলিকাতা-19



জিনের স্তরে নিয়ন্ত্রণ

(ক) জিনের দূরীকরণ, সংযোজন ও পুনর্বিজ্ঞাস—
ব্যাাক্টিরিয়ার ক্ষেত্রে ক্রোমোসোমের বাইরেও বাড়তি জিন (Accessory genetic elements) থাকে এবং এই সব জিন কোষের সংস্পর্শের সময় কোষ থেকে কোষান্তরে স্থানান্তরিত হয়। বিভিন্ন রাসায়নিক পদার্থ এই ধরনের জিনের প্রতিলিপিকরণ (Replication) বন্ধ করতে পারে এবং তার ফলে এই সব জিন বিলুপ্ত হয়ে যায়। প্রোটোজোয়ার এই ধরনের জিন আছে। যদি মানুষের ক্ষেত্রেও এই ধরনের জিন থাকে এবং এই জিনগুলি বিশেষ বিশেষ বৈশিষ্ট্যের জন্তে দায়ী হয়, তবে তাদের মাধ্যমে জিনবাহিত বৈশিষ্ট্যের নিয়ন্ত্রণ করা যেতে পারে।

বিশেষ কোন ব্যাক্টিরিয়ার DNA উপযুক্ত অবস্থায় অল্প কোন ব্যাক্টিরিয়ার সংস্পর্শে এলে ঐ DNA ব্যাক্টিরিয়ার কোষে প্রবেশ করে

গ্রাহক-কোষকে পরিবর্তিত করতে পারে। যদি প্রবেশকারী DNA-এর সঙ্গে গ্রাহক-কোষের DNA-এর কোন বৈশিষ্ট্যের পার্থক্য থাকে, তবে গ্রাহক-কোষে প্রবেশকারী DNA-এর ধর্ম দেখা দেয়। এই প্রক্রিয়াকে বলা হয় Transformation। সাধারণ অবস্থায় এই প্রক্রিয়ার প্রাপ্ত পরিবর্তিত কোষের সংখ্যা খুবই কম, কারণ প্রবেশকারী DNAতে সব সময়েই নানা ধরনের জিন থাকে। কিন্তু প্রাকৃতিক উৎস থেকে বিস্তৃত জিন পাওয়া গেলে এই প্রক্রিয়ার উন্নতিসাধন করা যেতে পারে।

ভাইরাসকে মোটামুটি দু-ভাগে ভাগ করা যায়। কতকগুলি ভাইরাস আক্রান্ত কোষকে মেরে ফেলে, কিন্তু অন্য এক প্রকার ভাইরাস আক্রান্ত কোষের কোন ক্ষতি করে না। এক্ষেত্রে ভাইরাসের জিন ও আক্রান্ত কোষের জিন পাশাপাশি প্রকাশিত হয়। ভাইরাসবাহিত সঞ্চেত পাওয়ার ফলে

কোষের মোট সঙ্কেতের পরিমাণ বেড়ে যায়। এই ঘটনাকে বলা হয় Transduction। সম্প্রতি এমন অনেক ভাইরাস পাওয়া গেছে, যেগুলি প্রাণিকোষে প্রবেশ করে কোষের সঙ্কেতের পরিমাণ বাড়িয়ে দেয়। মাহির ক্ষেত্রে ভাইরাসের মত এক প্রকার 'Infective particle' পাওয়া গেছে, বা মাহির CO_2 -এর প্রতি সংবেদনশীলতা বাড়িয়ে তোলে। এরা মাহির দেহে প্রবেশ করে সোজা জনন-গ্রন্থিতে গিয়ে প্রজননশীল কোষকে আক্রমণ করে। ফলে মাহি একবার আক্রান্ত হলে এই ধর্ম বংশানুক্রমে চলতে থাকে।

Transformation ও Transduction পরীক্ষা চালানো হয়েছে ব্যাক্টেরিয়ার সাহায্যে। ব্যাক্টেরিয়ার সঙ্গে মাহুষের কোষের তফাৎ এই যে, মাহুষের কোষের মত ব্যাক্টেরিয়ার কোন স্ট্রট নিউক্লিয়াস নেই এবং মাহুষের কোষে প্রতিটি কোমোসোম এক জোড়া করে থাকে, কিন্তু ব্যাক্টেরিয়ার ক্ষেত্রে প্রতিটি জিনই একটি করে আছে। তাই মাহুষের ক্ষেত্রে যদি কোন জিনগত পরিবর্তন করতে হয়, তবে সমধর্মী এক জোড়া বা দুটি কোমোসোমেরই পরিবর্তন প্রয়োজন। সুতরাং মাহুষের ক্ষেত্রে অপজননশীল কোষের চেয়ে প্রজননশীল কোষের (Germ cells) পরিবর্তন অনেক বেশী সুবিধাজনক।

সাম্প্রতিক কালে কিছু কিছু ভাইরাস পাওয়া গেছে, যেগুলি মাহুষের কোষকে আক্রমণ করে কোন ক্ষতি করে না, বরং আক্রান্ত কোষের মোট সঙ্কেতের পরিমাণ বাড়িয়ে দেয়। এই ধরনের ভাইরাসকে কখনও কখনও Passenger virus বলা হয়। Shope Papilloma virus একটি পৃষ্ঠিক ভাইরাস। এই ভাইরাস কোন লোককে আক্রমণ করলে তার রক্তে আর্জিনিন নামক অ্যামিনো অ্যাসিডের পরিমাণ কমে যায়। এর কারণ হলো এই ভাইরাসটি রক্তে আর্জিনেজ (Arginase) এনজাইমটির পরিমাণ বাড়িয়ে দেয়,

কিন্তু অল্প কোন ক্ষতি হয় না। রক্তে আর্জিনিন বেশী হলে মানসিক অপটুতা (Mental retardation) এবং অল্পাল্প শারীরিক ও মানসিক অস্বাভাবিকতা দেখা দেয়। এই ধরনের রোগীকে শোপ ভাইরাসের সাহায্যে রোগমুক্ত করা যেতে পারে। আরও আশার কারণ এই যে, শোপ ভাইরাস আক্রমণের দীর্ঘ কুড়ি বছর পরেও আক্রান্ত ব্যক্তির অঙ্গে সাধারণের তুলনায় কম আর্জিনিন থাকে।

(খ) জিনের নিয়ন্ত্রিত পরিব্যক্তি—ব্যাক্টেরিয়ার ক্ষেত্রে জিনের পরিবর্তনকে বাইরে থেকে ইচ্ছামত নিয়ন্ত্রণ করা যায়। কিন্তু ব্যাক্টেরিয়ার DNA-এর কোন কোন অংশকে অতি সহজেই পরিবর্তিত করা যায়। এই সব অংশকে বলা হয় Hot Spot। এই সব অংশগুলির প্রকৃতি এখনও ভালভাবে জানা যায় নি। এগুলির প্রকৃতি জানা গেলে বাইরে থেকে বিশেষ রাসায়নিক প্রক্রিয়ার জিনকে ইচ্ছামত পরিবর্তন করা যেতে পারে।

প্রতি কোষেরই জিনের দৃষ্টিভঙ্গি একটা বিশেষ সময়ে হয় এবং এই সময়ে জিনের রূপান্তরিত হবার ক্ষমতা (Mutability) বেড়ে যায়। দৃষ্টিভঙ্গি জিনের একপ্রান্ত থেকে আরম্ভ হয় এবং অল্পপ্রান্ত পর্যন্ত চলে। তাই কোন একটা বিশেষ জিনের দৃষ্টিভঙ্গির সময় রাসায়নিক পদার্থের ব্যবহারের মাধ্যমে একমাত্র ঐ জিনকে রূপান্তরিত (Mutation) করা যায়।

রূপান্তরকারী পদার্থের ক্ষমতা দু-ভাবে বৃদ্ধি করা যেতে পারে। প্রথমতঃ ঐ পদার্থের অণুর সঙ্গে যদি এমন কোন প্রাকৃতিক বা কৃত্রিম অণু জুড়ে দেওয়া যায়, যার জিনের একটা বিশেষ অংশের প্রতি আসক্তি আছে, তবে রূপান্তরকারী পদার্থের ক্ষমতা বহু গুণ বেড়ে যায়। অ্যাক্টিনোমাইসিন জাতীয় পদার্থগুলি DNA-এর গুয়ানিন-সমৃদ্ধ অংশের সঙ্গে যুক্ত হয়। দ্বিতীয়তঃ রূপান্তর-

কালীন পরিবেশের নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে বিশেষ বিশেষ জিনকে পরিবর্তন করা যেতে পারে। কোন কোন পদার্থের DNA-এর প্রতি একটা স্বাভাবিক আকর্ষণ আছে। Repressor ও Antibiotic এই ধরনের পদার্থ। দ্বিহ্রস্রণের সময় এই সব পদার্থের উপস্থিতি DNA-এর উপর রূপান্তরকারী পদার্থের (Mutagen) ক্রিয়াকে বিশেষভাবে প্রভাবিত করে। এই কাজে Purine বা Pyrimidine জাতীয় পদার্থের Antibody-কে ব্যবহার করা যেতে পারে।

এই পদ্ধতির সাহায্যে জিনে বর্তমান সঙ্কেতের পরিবর্তন করা সম্ভব। কিন্তু কোন বিশেষ সঙ্কেতের অল্পপস্থিতি যদি কোন রোগের কারণ হয়, তবে এই রূপান্তরের মাধ্যমে সে রোগের নিরাময় সম্ভব নয়। বিজ্ঞানী হলডেনের ভাষায় বলতে গেলে, "জিনের রূপান্তরের মাধ্যমে মানুষকে কখনই দেবদূত করা সম্ভব নয়, কারণ নৈতিকতা ও পাখার জন্ত প্রয়োজনীয় দুটি জিন মানুষের নেই।"

(গ) সঙ্কেতবাহী জিনের কৃত্রিম সংশ্লেষণ ও ব্যবহার—জিনের নিয়ন্ত্রিত রূপান্তর এখনও নিছক তত্ত্বীয় স্তরেই সীমাবদ্ধ। জিনবাহিত রোগের প্রকৃতি অতি বিচিত্র এবং সংখ্যায়ও নেহাৎ কম নয়। এখন ব্যবহারযোগ্য একমাত্র পদ্ধতি হলো Transduction-এর সাহায্যে জিনের পরিবর্তন। কিন্তু প্রকৃতিতে এত বিভিন্ন জিনবাহিত রোগের জন্ত এত বিচিত্র ধরনের ভাইরাস না পাওয়াই স্বাভাবিক। তাই সম্প্রতি জীববিজ্ঞানীরা কৃত্রিম সঙ্কেতের (Synthetic code) উপর বিশেষ গুরুত্ব আরোপ করেছেন। আগবিক জীব-বিজ্ঞানের গত দশ বছরের আবিষ্কারের ফলে ইচ্ছামত DNA বা RNA তৈরি করা সম্ভব হয়েছে। বিজ্ঞানী হরমোবিল্ড খোরানা বিশেষ প্রোটিনের জন্তে প্রয়োজনীয় সঙ্কেতবাহী জিন গবেষণাগারে সংশ্লেষণ করতে সক্ষম হয়েছেন।

বিশেষ প্রক্রিয়ার কৃত্রিম উপারে সংশ্লেষিত

সঙ্কেত আক্রমণকারী ভাইরাসের সঙ্কেতের সঙ্গে যোগ করে দেওয়া যায়। এই পরিবর্তিত ভাইরাস স্বাভাবিকভাবেই কোষকে আক্রমণ করে এবং আক্রান্ত কোষে কৃত্রিম সঙ্কেতও প্রোটিন তৈরির কাজে লাগে। Shope virus-এর DNA চক্রাকার, সুতরাং এই ভাইরাসের DNA-এতে কৃত্রিম সঙ্কেত যোগ করবার পর স্বাভাবিক আক্রমণ ক্ষমতা (Infective power) কিরিয়ে আনবার জন্তে রৈখিক DNA-কে চক্রাকার DNA-তে রূপান্তরিত করা প্রয়োজন। এই উদ্দেশ্যে বিজ্ঞানী কর্নবার্গ (Kornberg) Polynucleotide ligase এবং Kinase ব্যবহার করেছেন। সম্প্রতি বিজ্ঞানী J. M. Burnett Simian Virus (Sa-F) নামক একটি ভাইরাস খুঁজে পেয়েছেন, যার DNA রৈখিক এবং এই ভাইরাস মানুষের কোষকে আক্রমণ করতে পারে। সুতরাং এই DNA-কে আর চক্রাকার করবার কোন প্রয়োজন নেই, সঙ্কেত যোগ করবার পর সরাসরি এই ভাইরাসকে ব্যবহার করা যেতে পারে।

জিন-বহিভূত নিয়ন্ত্রণ

সরাসরি জিনের সঙ্কেতের পরিবর্তন না করে জিনের প্রকাশের পরিবর্তন অনেক সহজ। তবে এই পদ্ধতিতে প্রোটিনের গুণগত পরিবর্তন করা সম্ভব নয়, এতে যে পরিবর্তন হবে তা হলো পরিমাণগত। জিন থেকে RNA কিংবা RNA থেকে প্রোটিন—এই দুই স্তরেই জিনের প্রকাশের নিয়ন্ত্রণ করা যেতে পারে।

যদি কোষে কোন অপ্রয়োজনীয় প্রোটিন তৈরি হয়, তবে বিশেষ Repressor-এর সাহায্যে ঐ প্রোটিনের জিনকে অকেজো করে প্রোটিন তৈরি বন্ধ করা যায়। যদি কোন কোষে বিশেষ কোন সঙ্কেত অপ্রকাশিত থাকে, তবে বিশেষ প্রকাশক অণুর (Inducer) সাহায্যে ঐ সঙ্কেতকে প্রকাশিত

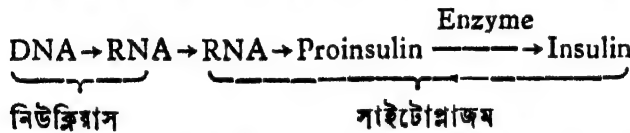
করা যেতে পারে। প্রকাশক অণু Repressor-এর সঙ্গে বিক্রিয়া করে Repressor-কে অকেজো করে দেয়।

RNA-র সঙ্কেতকে প্রোটিনে পরিণত করতে একাধিক এনজাইমের প্রয়োজন হয়। যদি কোন প্রোটিন বেশী পরিমাণে তৈরি হওয়ার ফলে কোন রোগের সৃষ্টি হয়, তবে RNA থেকে প্রোটিন তৈরির জন্তে প্রয়োজনীয় এনজাইমগুলির যে কোন একটির অ্যাক্টিভিডি ব্যবহার করে প্রোটিন তৈরির কাজ ব্যাহত করা যেতে পারে।

কোন কোন ক্ষেত্রে জিন বা RNA-তে কোন ত্রুটি না থাকলেও ত্রুটি প্রোটিন তৈরি হয়। এর কারণ হলো, প্রতিটি অ্যামিনো অ্যাসিডকে বিক্রিয়ার স্থানে বহন করবার জন্তে এক-একটি পরিবাহী RNA-র (Transfer RNA) প্রয়োজন হয় এবং কোন কোন ক্ষেত্রে পরিবাহী RNA ত্রুটি অ্যামিনো অ্যাসিডকে বহন করে নিয়ে যায়।

সম্প্রতি Suppressor gene নামক এক প্রকার জিনের সন্ধান পাওয়া গেছে, যার পরিবর্তনের মাধ্যমে পরিবাহী RNA-এর পরিবর্তন করে সঠিক প্রোটিন তৈরি করা যায়।

আমাদের জীনে মোট যে পরিমাণ সঙ্কেত আছে, তার 5-শতাংশ বা আরও কম অংশ প্রকাশিত হয়। প্রকাশযোগ্য জিন থেকে যে RNA তৈরি হয়, তার অংশবিশেষ নিউক্লিয়াস থেকে সাইটোপ্লাজমে পরিবাহিত হয়। আবার যেটুকু RNA সাইটোপ্লাজমে এসে পৌঁছয় তারও সবটুকু প্রোটিন তৈরির কাজে লাগে না। আমাদের শরীরের প্রতিটি কোষেই ইনসুলিন তৈরির সঙ্কেত আছে, কিন্তু Pancreas-এর বিশেষ এক ধরনের কোষেই ইনসুলিন তৈরি হয়। তার কারণ, জগৎব্যাপী কোষ-বিভাজনের সময় বিশেষ প্রক্রিয়ার অজ্ঞাত সব কোষে ইনসুলিন তৈরির সঙ্কেত চাপা পড়ে থাকে। ইনসুলিন তৈরির কাজ নিয়ন্ত্রণ করেকিছু স্তরে হয়ে থাকে।



যদি কোন কারণে Pancreas-এর ইনসুলিন তৈরির ক্ষমতা কমে যায় বা নষ্ট হয়ে যায়, তবে রক্তে ইনসুলিনের পরিমাণ হ্রাস পায় এবং গ্লুকোজের পরিমাণ বেড়ে যায়। এটাই বহুমূত্র রোগের (Diabetes) কারণ। বহুমূত্র রোগ হবার নিয়ন্ত্রণ কারণগুলির যে কোন একটিই যথেষ্ট।

(1) DNA থেকে RNA তৈরির ব্যর্থতা

(2) RNA থেকে Proinsulin তৈরির ব্যর্থতা

(3) Proinsulin থেকে Insulin তৈরির ব্যর্থতা

(4) Insulin-কে জীবাণুদের ভিতর থেকে বাইরে পরিবহনের জন্তে প্রয়োজনীয় এনজাইমের অপ্রাপ্তিস্থিতি।

যদি কোন উপায়ে কোষের ইনসুলিন তৈরির সঙ্কেতকে প্রকাশিত করা যায়, তবে বহুমূত্র রোগ সারানো অসম্ভব হবে না। কটিজোনের প্রভাবে যকৃৎ কোষ (Liver Cell) Tryptophan pyrrolase এবং Tyrosine- α -Ketoglutarate transaminase নামক দুটি নতুন এনজাইম তৈরি করতে পারে। কিন্তু ইনসুলিনের সঙ্কেতকে প্রকাশিত করবার মত কোন পদার্থ আজ পর্যন্ত জানা যায় নি।

জিন-প্রযুক্তিবিদ্যা ও সমাজ

আজকের দিনের নব জাতকের মধ্যে প্রায় চার শতাংশের মধ্যে কোন না কোন জিনবাহিত রোগের স্পষ্ট লক্ষণ দেখতে পাওয়া যায়। তাছাড়া

প্রত্যেকের মধ্যেই আরও কয়েকটি ক্ষতিকর জিন অপ্রকাশিত থাকে। যদিও আণবিক জীব-বিজ্ঞানে গবেষণার ফলে জিন সম্পর্কে অনেক তথ্য আমাদের হাতে এসেছে, তবুও মানুষের ক্ষেত্রে আজ পর্যন্ত এই জ্ঞানের বিশেষ কিছু প্রয়োগ হয় নি। বর্তমানে অনেক বিজ্ঞানী জিনের নিয়ন্ত্রিত পরিব্যক্তির কথা ভাবছেন। তবে এই পদ্ধতির অসুবিধা এই যে, রূপান্তরকারী পদার্থ সব জিনকেই সমানভাবে প্রভাবিত করে। ফলে ভাল জিনের ক্ষতিকর জিনে রূপান্তরিত হওয়া এবং ক্ষতিকর জিন থেকে ভাল জিন তৈরি—এ দুই-ই সমানভাবে সম্ভব। তাছাড়া আমাদের পরিবেশ ক্রমাগত পরিবর্তিত হচ্ছে। যে জিন এক পরিবেশে ক্ষতিকর, সেই জিনই অন্য পরিবেশে বিশেষ উপযোগী হয়ে পড়ে। সুতরাং আজকের দিনে জিনের নিয়ন্ত্রিত পরিবর্তনের মাধ্যমে যে জাতি তৈরি হবে, সে জাতি আগামী দিনের পরিবেশে নিজেকে মানিয়ে চলতে পারবে কিনা—সে কথা হলক্ করে বলা কারও পক্ষে সম্ভব নয়। অনেক সময়েই মনুষীদের মধ্যে পরস্পরবিরোধী ধর্মের সমন্বয় দেখা যায়। তাঁদের পরস্পরবিরোধী ধর্মের সঙ্গে মনুষ্যের কতটা সম্পর্ক, তা আজও জানা নেই। সমাজের চোখে ধারাপ, এমন কোন ধর্মের পরিবর্তন করতে গিয়ে আমরা যদি আজ মনুষ্যকেও নষ্ট করে ফেলি—তবে সে দায়িত্ব কার? তখন সমাজকেই ভেবে ঠিক করে নিতে হবে, কাকে সে অগ্রাধিকার দেবে, সে কাকে চায়—‘তথাকথিত অসামাজিক, কুৎসিত বেটোকেন, না সামাজিক হরিপদ কেরানী?’ এতদিন পর্যন্ত মানুষই ছিল তার বিবর্তনের একমাত্র নিয়ন্ত্রা, কিন্তু আজ মানুষ এমন এক স্তরে এসে পৌঁচেছে, যখন সে নিজেই

নিজের বা ভবিষ্যৎ বংশধরদের ধর্ম নিয়ন্ত্রণে সক্ষম।

শেষ কোথায়? কি আছে শেষে?

কিন্তু কল্যাণের চেয়েও ক্ষতি করবার জন্তে জীব-বিজ্ঞানের অপব্যবহার ক্রমশঃ বেড়ে চলেছে। যুদ্ধের কাজে রসায়ন ও জিন-বিজ্ঞানকে ব্যাপকভাবে ব্যবহার করা হচ্ছে। ইতিমধ্যে আমরা ভিয়েতনামে নিষ্প্রকারী পদার্থের (Defoliant) ধ্বংসলীলা প্রত্যক্ষ করেছি। জিনের অপব্যবহারের ফল হবে এর চেয়েও অনেক বেশী ভয়ঙ্কর ও স্বারী। প্রথম মহাযুদ্ধ ছিল রাসায়নিক যুদ্ধ, দ্বিতীয় মহাযুদ্ধ ছিল পদার্থ-বিজ্ঞানের যুদ্ধ, হয়তো তৃতীয় মহাযুদ্ধ হবে জীব-বিজ্ঞানের যুদ্ধ। কিন্তু মনে স্বভাবতঃই প্রশ্ন জাগে—তারপর চতুর্থ কোন মহাযুদ্ধের জন্তে মানবজাতি বেঁচে থাকতে পারবে কি? হয়তো বা কোন এক অজানা ‘যুদ্ধ ভাইরাস’ মানবজাতিকে নিঃশব্দে ও ধীরে ধীরে প্রকৃতির বুক থেকে মুছে দেবে।

বিজ্ঞানীরা প্রায় সকলেই এই প্রশ্নে নীরব। যারা মুখ খোলেন, তাঁদের কথার সারমর্ম হলো (সেই অগাধতায় ভাষায়)—“If you do not ask me, I know; if you ask me, I know not.” আজ তাই শুধুমাত্র বিজ্ঞানই যথেষ্ট নয়—বিজ্ঞান মানুষের হাতে ক্ষমতা তুলে দেয়, কিন্তু ব্যবহারের পথ শেখায় না। আজ তাই Power-ই যথেষ্ট নয়, আজ প্রয়োজন Wisdom-এর মানবজাতির জন্তে Biology-ই যথেষ্ট নয়, আমাদের প্রয়োজন Humanistic Biology-র, বা গবেষণালব্ধ জ্ঞানকে মানবিকভাবে ব্যবহারের পথ শেখায়।

বেতার টেলিফোনি ও ব্রডকাস্টিং-এর আদি পর্ব

সতীশরঞ্জন খাস্তগীর*

বেতার টেলিফোনি ও ব্রডকাস্টিং-এর জন্তে প্রয়োজন—অবিচ্ছিন্ন (Continuous) ও সমান বিস্তারের বিদ্যুৎ-তরঙ্গ। বিদ্যুৎ-ফুলিদের সাহায্যে বিশেষ সার্কিটের ব্যবস্থার পর-পর ক্রম-বিলীয়মান বিদ্যুতের চেউ পাওয়া যায়, সেই ব্যবস্থার নাম হলো স্পার্ক-ট্রান্সমিটার। স্পার্ক-ট্রান্সমিটারের বিলীয়মান বিদ্যুৎ-তরঙ্গ দিয়ে শুধু সংকেত পাঠানোই সম্ভব—তা দিয়ে বেতারে কথাবার্তা বা ব্রডকাস্টিং চলে না। 1903 সনে ডেনমার্কের বিজ্ঞানী Poulsen আর্ক-বাতি জালিয়ে অবিচ্ছিন্ন ও সমবিস্তারের বিদ্যুৎ-তরঙ্গ উৎপাদন করবার এক অভিনব ব্যবস্থা করেন। এই ভাবে নির্মিত প্রেরক-যন্ত্রকে আর্ক-ট্রান্সমিটার বলা হয়। এর দু-বছর আগে ইংল্যান্ডের Duddell এই ব্যবস্থার নুতন করেছিলেন। ডাইনামো যন্ত্রের সাহায্যেও অবিচ্ছিন্ন ও সমবিস্তারের বিদ্যুৎ-তরঙ্গ উৎপাদন করা সম্ভব হয়েছিল—তবে এই তরঙ্গের স্পন্দনাক অপেক্ষাকৃত কম। এই প্রসঙ্গে Alexanderson ও Goldsmidt প্রভৃতি এঞ্জিনিয়ারদের নাম বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। এর পর 1904 সনে বিখ্যাত বিজ্ঞানী Fleming কতৃক থার্মিয়নিক (Thermionic) ভাল্ভের প্রবর্তন হয়। ভাল্ভের সাহায্যে বেতার প্রেরক-যন্ত্রে যখন সমবিস্তারের বিদ্যুৎ-তরঙ্গ অবিচ্ছিন্ন ভাবে পাওয়া সম্ভব হলো, তখন শুধু প্রেরক-যন্ত্র নয়, গ্রাহক-যন্ত্র ও বেতার-সম্পর্কিত অন্যান্য অনেক ব্যবস্থার থার্মিয়নিক ভাল্ভ নানাভাবে আশ্চর্য কাজে লেগেছে। সে জন্তে সেকালে একে বেতার-জগতে ‘আলাদীনের প্রদীপ’ বললে কিছুমাত্র অত্যুক্তি হয় না।

ভাল্ভ প্রবর্তনের আগে থেকেই বেতার-

টেলিফোনির আরম্ভ হয়। 1900 সনে আমেরিকার বিজ্ঞানী Fessenden এক মাইল দূর পর্যন্ত বিনাতারে কথাবার্তা চালাতে সক্ষম হয়েছিলেন। 1907 সনে তিনিই আবার ডাইনামোর সাহায্যে সমবিস্তারের অবিচ্ছিন্ন বিদ্যুৎ-তরঙ্গ উৎপাদন করে তার সাহায্যে কথা ও গান এক শত মাইল পর্যন্ত পাঠিয়েছিলেন। প্রায় একই সময়ে জার্মানীর Telefunken Co, নাউয়েন (Nauen) থেকে বার্লিন—এই বিশ মাইল পর্যন্ত আর্ক-ট্রান্সমিটারের সাহায্যে বিনাতারে কথাবার্তা চালিয়ে-ছিলেন। 1913 সনে এই কোম্পানীই আবার ডাইনামো ব্যবহার করে সাড়ে পাঁচ-শ’ মাইল বিনাতারে কথাবার্তা পাঠিয়েছিলেন। 1912 সনে Vanni নামে একজন ইটালীয় বিজ্ঞানী এক নুতন ধরনের সমগ্রাহবর্তী স্পার্ক-ট্রান্সমিটার ব্যবহার করে রোম থেকে জিপোলি—এই ছয় শত পঁচিশ মাইল পর্যন্ত বেতারে কথাবার্তা চালাতে সক্ষম হয়েছিলেন। এখানে বলা দরকার যে, ভাল্ভের সাহায্যে সমবিস্তারে অবিচ্ছিন্ন বিদ্যুৎ-তরঙ্গ পাওয়া যেমন খুব সহজ হয়ে গেল, তেমনি মাইক্রোফোনের সামনে কথা বললে বা গান গাইলে, তাতে ধ্বনির জোর অল্পব্যয়ী মাইক্রোফোন সার্কিটে যে অতি ক্ষীণ বিদ্যুতের প্রবাহ হয়, তা ভাল্ভের সাহায্যে বহু সহস্র গুণ বিবর্ধন করাও সম্ভব হলো। এই ভাবে ভাল্ভের উন্নতির সঙ্গে সঙ্গে বেতার-টেলিফোনি ও ব্রডকাস্টিং-এর উন্নতি হয়েছে।

1913 সনে জার্মান বিজ্ঞানী A. Meissner, ভাল্ভের সাহায্যে সর্বপ্রথম অবিচ্ছিন্ন বিদ্যুৎ-

*বিশ্বভারতী, শান্তিনিকেতন।

ভরদ্ব উপাদান করেন। Meissner-এর এই প্রেরক-বস্ত্রের সাহায্যে এক বছরের মধ্যেই মার্কোনি অ্যাণ্ড কোম্পানী পকাশ মাইল পর্বত বিনাভারে কথাবার্তা প্রেরণ করতে সক্ষম হয়েছিলেন। ইউরোপে প্রথম মহাযুদ্ধের দু-বছরের মধ্যেই ১৯১৬ সনে, ভাঙ্গনের সাহায্যে বেতার ও গ্রাহক-বস্ত্র নির্মাণ করে আমেরিকার Arlington থেকে Honolulu পর্বত প্রায় পাঁচ হাজার মাইল দূরত্বে কথাবার্তা সম্ভব হয়েছিল। ১৯২৩ সনে যুক্তরাষ্ট্রের লং আইল্যান্ডের Rocky point থেকে উত্তর লণ্ডনের South Gate-এ প্রেরক ও গ্রাহক-বস্ত্রে বহু শক্তিসম্পন্ন ভাঙ্গনের সাহায্যে আমেরিকা থেকে বক্তৃতা হেড-কোন বা লাইড-স্পীকারে খুব স্পষ্টভাবে শোনা গিয়েছিল।

১৯২৪ সনে ইংল্যান্ড ও অস্ট্রেলিয়ার সঙ্গে বেতার-টেলিফোনিতে সর্বপ্রথম যোগাযোগ হয়। ইংল্যান্ডের Cornwall ও Poldhu-তে মার্কোনি অ্যাণ্ড কোম্পানীর প্রেরক-কেন্দ্র থেকে বেতারে যে কথাবার্তা হয়, তা অস্ট্রেলিয়ার Sydney-তে বেশ ভালই শোনা যায়। ১৯২৬ সনে ইংল্যান্ড ও আমেরিকার দু-দিক থেকেই বেতারে কথাবার্তা চালাবার ব্যবস্থা সূত্র হয়। এই ব্যবস্থায় ইংল্যান্ডের Rugby-তে ও আমেরিকার Rocky point-এ প্রেরক ও গ্রাহক-বস্ত্র চালু রাখা হয়। ১৯৩৩ সনে যখন লণ্ডন শহরে Post Office International Telephone Exchange প্রতিষ্ঠিত হয়, তখন থেকেই নিশর, ভারতবর্ষ, যুক্তরাষ্ট্র, ক্যানাডা, অস্ট্রেলিয়া, দক্ষিণ আফ্রিকা, আরজেন্টাইন, ব্রাজিল প্রভৃতি দেশ এবং ইংল্যান্ডের সঙ্গে বেতার টেলিফোনি নিয়মিতভাবে আরম্ভ হয়। এই গেল বেতার টেলিফোনির সংক্ষিপ্ত ইতিহাস।

এবার রেডিও-ব্রডকাস্টিং-এর ইতিহাস অতি সংক্ষেপে দেওয়া যাক। মার্কোনি অ্যাণ্ড কোম্পানী Essex-এ Chelmsford নামক স্থানে যে বেতার প্রেরক-কেন্দ্র স্থাপন করেন, ১৯২০ সনে সেই কেন্দ্র

থেকেই ইংল্যান্ডে সর্বপ্রথম নিয়মিতভাবে রেডিও-ব্রডকাস্টিং আরম্ভ হয়। এই বছরেই ডেনমার্কের Hague-স্টেশন থেকে নিয়মিত রেডিও-প্রোগ্রাম সূত্র হয়। এই বছরেই যুক্তরাষ্ট্রের Westinghouse Electric Co. সর্বপ্রথম Pittsburg থেকে রেডিও-ব্রডকাস্টিং-এর নিয়মিত ব্যবস্থা করেন। এর পর থেকেই আমেরিকা, ইউরোপ ইংল্যান্ডের অনেক স্থানে ব্রডকাস্টিং কেন্দ্র স্থাপিত হয়। ১৯২৩ থেকে ১৯২৬ সন পর্যন্ত ব্রিটিশ ব্রডকাস্টিং কোম্পানীর পরিচালনার ইংল্যান্ডের বড় বড় স্থানে ব্রডকাস্টিং-কেন্দ্র ও অন্তর্ভুক্ত কতকগুলি স্থানে ধ্বনি-সম্প্রদারণ* কেন্দ্র (Relay centre) প্রতিষ্ঠিত হয়। এর আগে ইংল্যান্ডে মার্কোনি অ্যাণ্ড কোম্পানী কর্তৃক চালিত ব্রডকাস্টিং-স্টেশন ছিল মাত্র দুটি—চেম্‌সফোর্ড ও লণ্ডন। ১৯২৭ সনে ব্রিটিশ ব্রডকাস্টিং কর্পোরেশন (B. B. C.) নামে অল্প এক কোম্পানী ঝরাল চাটার নিয়ে গ্রেট-ব্রিটেন ও উত্তর আয়ারল্যান্ডে রেডিও-ব্রডকাস্টিং-এর ভার নেন। ইংল্যান্ডে যেমন বি. বি. সি. আমেরিকার তেমনি এন. বি. সি. (National Broadcasting Co.) ও Columbia Broadcasting System। ইউরোপের বড় বড় শহরেও এই সময় অনেক বেতার-কেন্দ্র গড়ে উঠেছিল। ১৯৩২ সনের ডিসেম্বর মাসে ব্রিটিশ সাম্রাজ্যের জন্তে এক নতুন বেতার-প্রতিষ্ঠান বি. বি. সি.-র পরিচালনার আরম্ভ হয়। তখন থেকেই Daventry স্টেশন থেকে ব্রিটিশ সাম্রাজ্যের জন্তে নিয়মিতভাবে গান-বজনা, বক্তৃতা, ঘোষণা ইত্যাদি চলে আসছে।

ভারতবর্ষে সর্বপ্রথম রেডিও-ব্রডকাস্টিং আরম্ভ হয় মাদ্রাজ শহরে। মাদ্রাজ প্রেসিডেন্সীর

*ঢাকা বেতার কেন্দ্রের ভূতপূর্ব অধিকর্তা ডক্টর অমূল্যচন্দ্র সেন, রেডিও-ব্রডকাস্টিং ও রিলে (Relay) বাংলা করেছিলেন—ধ্বনি-বিস্তার ও ধ্বনি-সম্প্রদারণ।

রেডিও ক্লাব 1924 সনে নিয়মিতভাবে মাদ্রাজ থেকে রেডিও-প্রোগ্রাম পাঠাতে শুরু করেন। এই সময়ে কয়েকজন বেসরকারী বেতার-বিজ্ঞানীর চেষ্টায় কলিকাতা ও বোম্বাই শহর থেকেও নিয়মিতভাবে রেডিও-ব্রডকাস্টিং আরম্ভ হয়। 1927 সনে ইণ্ডিয়ান ব্রডকাস্টিং কোম্পানী স্থাপিত হয়, ভারতবর্ষে সুনিয়মিতভাবে রেডিও ব্রডকাস্টিং এই বছর থেকেই শুরু হয় বলা চলে। বোম্বাই ও কলিকাতাই ছিল এই কোম্পানীর প্রেরক-কেন্দ্র। 1926-27 সনে স্বর্গীয় অধ্যাপক শিশিরকুমার মিত্র কলিকাতা বিজ্ঞান কলেজের লেবরেটরিতে একটি বেতার-প্রতিষ্ঠানের স্থাপনা করেন। এই বেতার কেন্দ্রটির সাংকেতিক নাম (Call sign) ছিল 2CZ। নিয়মিতভাবে অধ্যাপক মিত্রের গবেষক ছাত্রগণ এই বেতার কেন্দ্রটি অত্যন্ত দক্ষতার সঙ্গে পরিচালনা করেন। এই বেতার-কেন্দ্র থেকে গান-বাজনা, বক্তৃতা প্রভৃতি পৃথিবীর সর্বত্র খুব স্পষ্টভাবেই গৃহীত হতো। কলিকাতা বিজ্ঞান কলেজের এই বেতার প্রেরক কেন্দ্রটি প্রায় দুই বছর বেশ ভাল ভাবেই চলেছিল। 1930 সনে রেডিও-ব্রডকাস্টিং ভারত গভর্নমেন্টের অধীনে আনীত হয় এবং Indian State Broadcasting Service নামে কলিকাতা ও বোম্বাই থেকে বেতার-অনুষ্ঠান চলতে থাকে। 1936 সনে বি. বি. সি.-র মিঃ কার্ক (H. L. Kirke) নামে একজন অভিজ্ঞ কর্মচারী ভারত গভর্নমেন্টের নির্দেশে ভারতবর্ষে আসেন। এই পরিকল্পনা অনুসারে বি. বি. সি.-র সূদক্ষ রেডিও-এঞ্জিনিয়ার মিঃ গরডার-এর (C. W. Goyder) তত্ত্বাবধানে

ভারতবর্ষে প্রথমে বড় বড় নগরী স্থানে বেতার-কেন্দ্র প্রতিষ্ঠিত হয়েছিল। এর পরে অবশ্য ভারতবর্ষের ছোট-বড় নানা স্থানে উচ্চশক্তি-সম্পন্ন বেতার কেন্দ্র স্থাপিত হয়েছে। 1936 সনে Indian State Broadcasting Service নাম বদলে All India Radio নাম দেওয়া হয়। 1930-1938 সন পর্যন্ত মাদ্রাজ কর্পোরেশন মাদ্রাজ বেতার কেন্দ্রটি নিয়মিতভাবে চালিয়ে এসেছিলেন। 1938 সন থেকে অল ইণ্ডিয়া রেডিও-মাদ্রাজ রেডিও-স্টেশনের ভার গ্রহণ করেন।

ভারত গভর্নমেন্টের তত্ত্বাবধান ছাড়াও বরোদা, মহীশূর, ত্রিবাঙ্কুর, হায়দরাবাদ ও গোয়ালিয়র—এই কয়েকটি স্বাধীন রাজ্যেও বেতার-কেন্দ্র প্রতিষ্ঠিত হয়েছিল। ব্রিটিশ ভারতের অন্যান্য স্থানেও বেতার কেন্দ্র স্থাপিত হয়েছিল। এদের মধ্যে এলাহাবাদের Experimental Station, দেরাদুন ব্রডকাস্টিং অ্যাসোসিয়েশন ও লাহোর Y. M. C. A. ব্রডকাস্টিং স্টেশন উল্লেখযোগ্য।

চীন, জাপান, শ্রীম প্রভৃতি প্রাচ্য দেশের বড় বড় শহরগুলিতেও বহু বেতার-কেন্দ্র প্রতিষ্ঠিত হয়েছিল। ইউরোপের দ্বিতীয় মহাযুদ্ধের পর বেতার-বিজ্ঞান ও টেকনোলজির প্রভূত উন্নতি হয়েছে। আধুনিক কালের দূরেক্ষণ বা Television কৃত্রিম উপগ্রহের মাধ্যমে ভূপৃষ্ঠের এক স্থান থেকে বহু দূরে অবস্থিত অন্য স্থানে রেডিও-ব্রডকাস্টিং ও টেলিভিশন এবং অন্যান্য অনেক আশ্চর্য টেকনোলজি সম্ভব হয়েছে। বেতার-বিজ্ঞানের অতি দ্রুত প্রগতি বিজ্ঞান-জগতে বিশ্বব্যাপক নব নব আবিষ্কারের সম্ভাবনা এনেছে সন্দেহ নেই।

আফ্রিকার তৈলপ্রদায়ী পাম গাছ

বলাইচাঁদ কুণ্ডু

তাল, নারিকেল, সুপারি প্রভৃতি শাখাবিহীন একবীজপত্রী গাছগুলিকে ইংরেজীতে palm বা palm tree বলা হয়। এই সকল গাছের মধ্যে নারিকেল গাছ ভারতবর্ষ ও অন্তর্গত অনেক দেশে প্রভূত পরিমাণে দেখতে পাওয়া যায়। নারিকেল গাছকে কেরালা প্রদেশবাসীগণ কল্পবৃক্ষ বলেন। এর ফলের শাঁস থেকে মূল্যবান তৈল, খইল ও ছোবড়া থেকে খুব মজবুত আঁশ পাওয়া যায়। তাছাড়া পাতা ও কাণ্ড নানা দরকারী কাজে লাগে। নারিকেল তৈল আমাদের দেশে বহু কাজে, বিশেষতঃ রন্ধন ও প্রসাধনের জন্তে প্রচুর পরিমাণ ব্যবহৃত হয়। নারিকেল ফলের কাঠল অস্ত্রবৃক্ষের বাইরের ছোবড়া থেকে যে তন্তু পাওয়া যায়, তা দিয়ে নারিকেল দড়ি, সতরঞ্চি, পাপোশ প্রভৃতি নিত্য-ব্যবহার্য দ্রব্য উৎপন্ন হয়। কচি নারিকেলের (ডাবের) মধ্যে যে জল থাকে, তার তৈমজ্য গুণাবলী সর্বজনবিদিত। বাংলাদেশের জনসাধারণ ডাবের জল খুবই আগ্রহসহকারে পান করেন।

ভারতবর্ষে নারিকেলের সকল প্রকার উন্নতি সাধনের জন্তে কেরালায় কেন্দ্রীয় নারিকেল গবেষণা কেন্দ্রে নানাবিধ উন্নয়ন পরিকল্পনা নিয়ে বহুদিন থেকেই গবেষণা চলছে।

নারিকেল গাছ সম্বন্ধে বিশদভাবে আরো অনেক কিছু বলা যেতে পারে। আলোচ্য প্রবন্ধে নারিকেল গাছের মত তৈলপ্রদায়ী আফ্রিকা-দেশীয় পাম গাছ সম্বন্ধে কিছু আলোচনা করবো।

দেশের লোকসংখ্যা প্রভূত বৃদ্ধি পাবার ফলে নারিকেল তৈলের চাহিদাও খুব বেড়েছে।

সে জন্তে এই তৈলের দাম অস্বাভাবিকভাবে বেড়ে গেছে ও সাধারণ লোকের ক্রয়-ক্ষমতার বাইরে চলে গেছে। অবশ্য ভারতবর্ষে নারিকেলের চাষ বাড়ানোর চেষ্টা হচ্ছে, কিন্তু আশাপ্রদভাবে চাষ বাড়েনি। নারিকেল ব্যতীত *Elaeis guinensis* বা oil palm আর



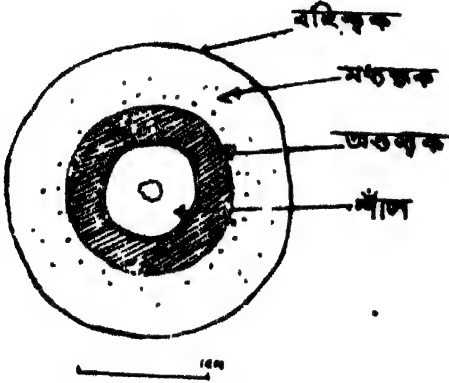
১নং চিত্র
অয়েল পাম গাছ

এক প্রকার তৈলপ্রদায়ী গাছ। এই পাম গাছ চাষের অনেক সুবিধা আছে এতে বীজের শাঁস (Kernel) ছাড়া ফলের মধ্যস্থক

(Mesocarp) থেকেও প্রচুর তৈল পাওয়া যায়। এজতে একপ্রতি তৈলের উৎপাদন নারিকেলের চেয়ে অনেক বেশী।

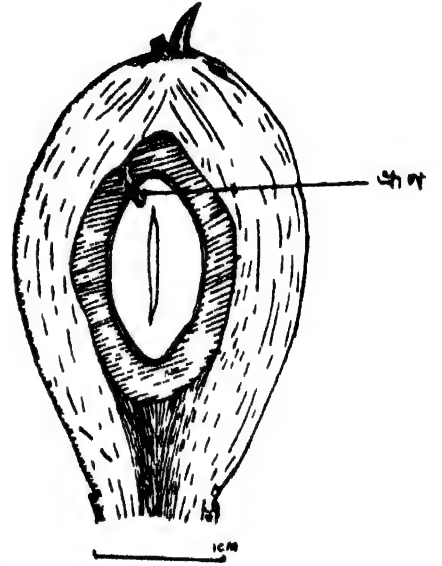
Elaeis guinensis—একে সাধারণতঃ আফ্রিকা দেশীয় তৈল উৎপাদনকারী পাম গাছ বলা হয়। এই গাছ দেখতে অনেকটা নারিকেল ও খেজুর গাছের মত। এর কাণ্ড প্রায় খেজুর গাছের মত (1নং চিত্র)। পশ্চিম আফ্রিকার সমুদ্র-কূলের জঙ্গল ও কঙ্গো নদীর অববাহিকা অঞ্চলে

এই পাম গাছের ফল নারিকেলের মত বড় হয় না। ফলগুলি অনেক ছোট, বৃত্তাকার—2.5 থেকে 5 সেন্টিমিটার লম্বা ও 2 থেকে 4 সেন্টিমিটার ব্যাসবিশিষ্ট। ফলগুলি ডিম্বাকার এবং শীর্ষদেশ বেশ তীক্ষ্ণ। বিভিন্ন উপজাতির ফলগুলি হলুদ, লাল, কমলা বা উজ্জল কালো রঙের হয়ে থাকে। এক-একটি কান্ডিতে অনেকগুলি করে ফল ধরে এবং একটি মাত্র গাছ থেকে বছরে প্রায় 3000-4000 ফল (ওজন প্রায় 30/40 কিলোগ্রাম) পাওয়া যায়।



2 (ক) নং চিত্র

অয়েল পাম গাছের ফলের প্রস্থচ্ছেদ ও লম্বচ্ছেদ। অন্তস্থক ও শাঁসের মধ্যে যে পাতলা আবরণ দেখা যাচ্ছে, তা বীজ-ত্বক (Seed coat)।



2 (খ) নং চিত্র

এই গাছ প্রচুর পরিমাণে জন্মায়। তৈল উৎপাদনকারী পাম গাছের স্বাভাবিকভাবে উৎপন্ন জলজ আফ্রিকার পূর্বদিকে উগাণ্ডা ও টাঙ্গানিকা পর্যন্ত বিস্তৃত। তাছাড়া দক্ষিণ আমেরিকার ব্রিটিশ গায়ানা, ব্রেন্সিল, পেরু, ভেনেজুয়েলা এবং ওয়েস্ট ইন্ডিজ দ্বীপপুঞ্জও এই গাছ স্বাভাবিকভাবে জন্মায়। বর্তমানে আফ্রিকা মহাদেশের পশ্চিম উপকূলের প্রায় সকল দেশেই এবং মালয় ও ইন্দোনেশিয়ার এর প্রচুর চাষ হয়ে থাকে।

2নং (ক ও খ) চিত্রে আড়াআড়ি ও লম্বভাবে কণ্ডিত ফলের আকৃতি দেখানো হয়েছে। ফলগুলি *Drupe* বা *Stony fruit* বলে পরিচিত। ফলত্বকে তিনটি স্তর আছে। বহিস্বক বা ছাল পাতলা ও অন্তস্থক (Shell বা Stone) অত্যন্ত শক্ত ও কাঠিল, মধ্যস্থক মাংসল। এই মধ্যস্থক থেকে প্রচুর তৈল পাওয়া যায়। তাছাড়া বীজের শাঁস থেকেও তৈল পাওয়া যায়।

পাম তৈল—আন্তর্জাতিক বাজারে মধ্যস্থক

থেকে পাওয়া তেলকে palm oil ও বীজের শাঁস থেকে পাওয়া তেলকে palm kernal oil বলা হয়। এই দুই প্রকার তেলের ব্যবহার-বিধি অনেকটা এক রকমের হলেও এদের প্রকৃতি ও স্বাভাবিক গুণ ভিন্ন প্রকারের। পৃথিবীর বিভিন্ন উষ্ণজলীয় তেলের মধ্যে palm oil এক গুরুত্বপূর্ণ স্থান অধিকার করে। এটি রন্ধনের কাজ ব্যতীত বাতি, সাবান ও টিনপ্রেট শিল্পে ব্যবহৃত হয়। Palm kernel বা শাঁসের তেল নারিকেল তেলের সমজাতীয় এবং রন্ধনের কাজ, প্রসাধন ও সাবান তৈরির কাজে ব্যবহৃত হয়।

পাম তৈলে প্রচুর পরিমাণে ক্যারোটিন (Carotene) থাকে। এটি একমাত্র উষ্ণজলীয় তেল, যা থেকে ভিটামিন A পাওয়া যায়। এজন্তে পাম তৈল উৎকৃষ্ট পর্ব্যের কডলিতার অয়েলের সমজাতীয় এবং মাখন থেকেও অনেক উচ্চ গুণসম্পন্ন। শাঁসের তৈল সাদা বা একটু হলুদে রঙের হয়। এর স্বাদ ও গন্ধ প্রায় নারিকেল তেলের মত এবং নারিকেল তেলের সমস্ত গুণ এতে আছে। উভয় রকমের তৈল থেকে, বিশেষতঃ পাম তৈল থেকে প্রচুর margarine বা কৃত্রিম মাখন তৈরি হয়। ইউরোপীয় দেশসমূহে, বিশেষতঃ হল্যান্ড ও জার্মেনীতে এজন্তে এর খুবই চাহিদা।

এক একর জমিতে উৎপন্ন নারিকেল গাছ থেকে বছরে 250 থেকে 350 কিলোগ্রাম তৈল পাওয়া যায়। সমপরিমাণ জমির অয়েল পাম গাছ থেকে 700 থেকে 1700 কিলোগ্রাম পাম অয়েল পাওয়া যায়। তাছাড়া শাঁস থেকেও প্রায় সমপরিমাণ তৈল পাওয়া যায়। যে কোন তৈলবীজ থেকেও একর প্রতি অনেক বেশী তৈল অয়েল পাম গাছ থেকে উৎপন্ন হয়।

শাঁস থেকে তৈল নিষ্কাশনের পর যে খইল পাওয়া যায়, গবাদি পশুর খাদ্য হিসাবে ইউ-

রোপের বিভিন্ন দেশে তা প্রচুর ব্যবহৃত হয়। খেজুর বা নারিকেল গাছের মত এদের কাণ্ড বা অপরিণত পুষ্পগুচ্ছ থেকে যে রস নিষ্কাশিত করা হয়, পশ্চিম আফ্রিকার তাথেকে এক প্রকার মদ ও চিনি প্রস্তুত হয়। পাতা থেকে রুঁড়ি ও ঝাড়ু এবং পাতার ডাঁটার গোড়া থেকে যে আশ পাওয়া যায়, সেগুলি গদি, কুশন ইত্যাদির জন্তে ব্যবহৃত হয়। ফলের অন্তস্থক (Shell) খোদাই করে নানাবিধ সৌবীন দ্রব্য তৈরি হয়। এর কয়লায় (Charcoal) নারিকেল shell-এর কয়লার সমস্ত গুণ আছে।

অয়েল পাম গাছের উপজাতি

ফলের আকৃতি ও গঠন অনুযায়ী (3নং চিত্র) পাম অয়েল গাছের তিনটি প্রধান উপজাতি আছে :—

(1) ডুরা (Dura)—এর অন্তস্থক অত্যন্ত পুরু। এই উপজাতিও দুই প্রকারের হয়—আফ্রিকার ডুরা—এদের মধ্যস্থক পাতলা, অন্তস্থক পুরু ও শাঁস বেশী। ডেলি ডুরা (Deli dura)—এদের ফলের আকৃতি অপেক্ষাকৃত বড়, আফ্রিকান ডুরা থেকে মধ্যস্থক অনেক বেশী। এই জাতীয় ডুরা পামের চাষ সাধারণতঃ মালয় প্রভৃতি দেশে হয়।

(2) টেনেরা (Tenera)—এদের ফল অনেক বড় ও অন্তস্থক অনেক পাতলা।

(3) পিসিফেরা (Pisifera)—এদের ফল অপেক্ষাকৃত ছোট। ফলের স্বক পুরু হয়, কিন্তু অন্তস্থক খুবই পাতলা। এজন্তে এদের অন্তস্থকহীন (shellless) বলা হয়।

3নং চিত্রে তিন জাতীয় ফলের মধ্যস্থক, অন্তস্থক (Shell) ও শাঁসের (Kernel) শতকরা ভাগ দেখানো হয়েছে।

বর্তমান কালে প্রায় অধিকাংশ দেশেই টেনেরা জাতীয় পাম গাছের চাষ সমধিক প্রচলিত,

কারণ এরূপ পাম থেকে সর্বাধিক পরিমাণ তেল গাছ ভালভাবে জন্মায়। এই আর্দ্রতা অন্ততঃ 75 শতাংশ বার। আফ্রিকান বা ডেলি ডুরা ও শতাংশ হওয়া আবশ্যক।
 পিসিফেরার সংমিশ্রণে এক সঙ্কর (Hybrid) (4) সূর্যালোক—বারো মাস সমভাবে বন্টিত



3নং চিত্র

বামে—আফ্রিকান ডুরা, মধ্যে—টেনেরা, দক্ষিণে—পিসিফেরা
 45-40-15 75-15-10 92-0-88

তিন প্রকার গাছের ফলের আকৃতি ও বিভিন্ন অংশ। সংখ্যাগুলির দ্বারা বিভিন্ন অংশের বহিঃকস্হ মধ্যস্থক, কঠিন অন্তস্থক ও শাঁসের শতকরা হার দেখানো হয়েছে।

পাম গাছ কৃষি-বিজ্ঞানীরা উৎপাদন করেছেন। এর গুণাবলী অনেকটা টেনেরার মত। আজকাল এই গাছের চাষ অনেক জায়গায় হচ্ছে।

তৈল পাম চাষের উপযুক্ত আবহাওয়া

এই গাছ সাধারণতঃ গ্রীষ্মপ্রধান দেশসমূহে জন্মায়। এদের চাষ করবার জন্তে নিম্নলিখিত আবহাওয়া আবশ্যক।

(1) বৃষ্টিপাত—সারা বছর সমভাবে বন্টিত 1250 থেকে 3000 মিলিমিটার (50 থেকে 120 ইঞ্চি) বৃষ্টিপাত। 3 মাসের বেশী অনাবৃষ্টি বা খরা হলে গাছের বৃদ্ধি স্বাভাবিক হয় না।

(2) উষ্ণতা (Temperature)— 24° - 28° ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড উষ্ণতা গাছের স্তূর্হ বৃদ্ধির পক্ষে অমুকূল। উষ্ণতা 18°C -এর নীচে বা 32°C -এর উপরে হলে গাছের ক্ষতি হয়।

(3) বাতাসের আর্দ্রতা (Humidity)—যে সব দেশে বাতাসের আর্দ্রতা বেশী, সেখানে এই

বছরে অন্ততঃ 1500 ঘন্টা সূর্যালোক গাছের বৃদ্ধির পক্ষে অমুকূল।

নিম্ন অম্লতায়ুক (p-H 8-0 থেকে 6-0) দোআঁশ মাটিতে এই গাছ ভালভাবে জন্মায়। বেলমাটি বা কঙ্করময় মাটিতে এই গাছ জন্মাতে পারে, তবে বৃদ্ধি আশাহ্রুপ হয় না। যে সব স্থানে বৃষ্টিপাত অপেক্ষাকৃত কম বা বারো মাস সমভাবে বন্টিত হয় না, সে সব স্থানে মাটির জলধারণ ক্ষমতা বেশী থাকলে চাষের ক্ষতি হয় না।

তৈলপ্রদ প্রচুর ফল উৎপাদন করে বলে এই পাম গাছ মাটি থেকে অধিক পরিমাণে নাইট্রোজেন ও কস্করাসম্বন্ধিত উদ্ভিদ-খাদ্য শোষণ করে। এই কারণে প্রতি বছর গাছগুলিতে বধেই পরিমাণ জৈব বা অজৈব বা উভয় প্রকার সার প্রয়োগ করা আবশ্যক।

অয়েল পামের চাষ

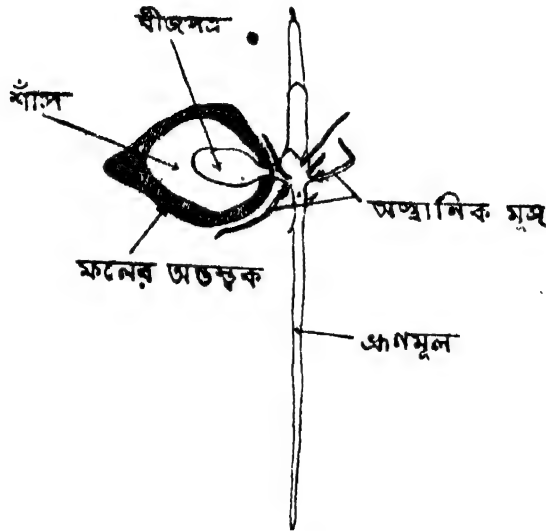
এই জাতীয় গাছের চাষ নারিকেল চাষের মত নয়। নারিকেল ফল (ছোব্‌ডাসহ) লাগিয়ে তা-

থেকে অঙ্কুরোদগমের ব্যবস্থা করা হয়। অয়েল পাম গাছের বীজ (ফলের কঠিন অন্তঃকসহ) পাকা ফল থেকে সংগ্রহ করে বীজগুলির লাগানো হয়। সেখানে দু-তিন মাসের মধ্যে বীজগুলির অঙ্কুরোদগম হয় (4নং চিত্র)। 6 থেকে 12 মাসের চারাগুলি যখন 25 থেকে 50 সেন্টিমিটার লম্বা হয়, তখন সেগুলি তুলে নিয়ে অঙ্ক স্থানে রোপণ করা হয়। প্রত্যেক গাছের জন্যে বেশ

গাছগুলিতে ফল ধরতে আরম্ভ করে এবং 25-30 বছর ধরে খুব ফল দেয়। তার পর থেকে ফলন কমেতে থাকে।

তৈল উৎপাদনের পরিমাণ

সম্প্রতি আফ্রিকার বিভিন্ন দেশে এই গাছের চাষের অনেক উন্নতি হয়েছে। আগে হেক্টর প্রতি 1 টন তৈল উৎপন্ন হতো, এখন দেখা



4নং চিত্র

অয়েল পাম বীজের অঙ্কুরোদগম। ফলের কঠিন অন্তঃকের দ্বারা বীজটি আবৃত। চিত্রে অন্তঃক ও শাঁস (Kernel বা Endosperm)-এর মধ্যে যে পাতলা বীজত্বক আছে, তা দেখানো হয় নি

বড় গর্ত করে তাতে সার দিতে হয়। একটি গাছ থেকে অপর গাছের দূরত্ব সাধারণতঃ 8 থেকে 10 মিটারের মত রাখা হয়। মধ্যে মধ্যে গর্তগুলির চারদিকে বখেট সার দিতে হয়। নিয়মিত সার প্রয়োগ করলে ফলনও বেশী হয়।

এই গাছের পাতা নারিকেল গাছের পাতার মত কাণ্ড থেকে স্বাভাবিকভাবে পড়ে যায় না। খেজুর গাছের মত পাতাগুলিকে মধ্যে মধ্যে কেটে দিতে হয়। 4 থেকে 6 বছর বয়স হলে

বাঞ্ছা যে, উন্নত পদ্ধতিতে চাষ করলে ফলের ত্বক থেকে 3 থেকে 4 টন পাম অয়েল উৎপন্ন হতে পারে। সাধারণতঃ ফলের মধ্যস্থক থেকে 15-16 শতাংশ তৈল উৎপন্ন হয়। উন্নত পদ্ধতিতে চাষ করলেও নব উদ্ভূত সহকর জাতীয় গাছের ফলের মধ্যস্থক থেকে 20 থেকে 23 শতাংশ তৈল পাওয়া সম্ভব হয়েছে। নিয়ে পৃথিবীর বিভিন্ন দেশের তৈলের উৎপাদনের পরিমাণ দেখানো গেল।

পাম তৈলের উৎপাদন-পরিমাণ 1000 মেট্রিকটন

	পাম অয়েল						শীসের তৈল					
	1948 -49	1958 -59	1959 -60	1960 -61	1961 -62	1962 -63	1948 -49	1958 -59	1959 -60	1960 -61	1961 -62	1962 -63
আফ্রিকা	800	930	910	890	900	860	750	870	840	820	800	730
দূর প্রাচ্য	163	218	210	233	241	250	39	54	53	57	59	61
ল্যাটিন আমেরিকা	...	21	22	100	150	150	160	180	190
মোট উৎপাদন	963	1169	1142	1123	1141	1110	889	1074	1043	1037	1039	981

উপরে 1962-63 সাল পর্যন্ত উৎপাদনের পরিমাণ দেখানো হয়েছে। গত কয়েক বছরে উন্নত ধরনের চাষের ফলে উৎপাদনের পরিমাণ অনেক বেড়েছে। দুঃখের বিষয় বর্তমান উৎপাদনের পরিমাণের সংবাদ আমার কাছে নেই। 1966 সালে লেখক ল্যাটিন আমেরিকার বিভিন্ন দেশে ভ্রমণকালে শেফ ও ব্রেজিলে অয়েল পাম চাষের উন্নতির জন্তে সরকারী প্রচেষ্টা দেখে এসেছেন। এই গাছের চাষ খুবই লাভজনক। ঐ সব দেশের সরকার করাসী ও ডাচ বিশেষজ্ঞ নিয়োগ করে চাষের উন্নতির ব্যবস্থা করেছেন। তাছাড়া ঐ সব দেশে চাষ বাড়ানোর চেষ্টাও হচ্ছে।

ভারতে অয়েল পাম চাষের সম্ভাবনা

প্রায় 40 বছর আগে এই পাম গাছ ভারতের আবহাওয়ার জন্যে পাবে কিনা, তা দেখবার জন্তে বিভিন্ন বোটানিক গার্ডেনে আনীত হয়েছিল এবং এই গাছের চাষ লাভজনক হয় কিনা, তা দেখবার জন্তে কেরালার কয়েকটি স্থানে পরীক্ষামূলকভাবে চাষের ব্যবস্থা করা হয়েছিল। বোটানিক গার্ডেন-সমূহে রোপিত গাছগুলির বৃদ্ধি ভালভাবে হয়েছে এবং ফলের উৎপাদনও ভাল হয়েছিল।

কিন্তু এর চাষ তখন লাভজনক বলে মনে হয় নি। তখনকার কর্তৃপক্ষের ধারণা হয়েছিল যে, দেশে নারিকেল তৈল যথেষ্ট সুলভ ও সহজ-লভ্য—এই কারণে বিদেশ থেকে আনীত এই গাছের চাষের চেষ্টার আবশ্যক নেই। এই কারণে ঐ প্রকল্প পরিত্যক্ত হয়।

40 বছর আগে দেশের লোকসংখ্যা অনেক কম ছিল। তৎকালে উৎপন্ন নারিকেল তৈল সুলভ ও সহজলভ্য ছিল। বর্তমানে দেশের লোকসংখ্যার অস্বাভাবিক বৃদ্ধির ফলে নারিকেল তৈলের উৎপাদন কিছু বাড়লেও তা সুলভ নয়। সিংহল থেকে আমদানী করেও দেশের চাহিদা মেটানো যাচ্ছে না। এই কারণে এখন থেকে আফ্রিকা দেশীয় এই পাম গাছ চাষের চেষ্টা আবার করা আবশ্যক। ভারতের কয়েকটি স্থানে এই গাছ চাষ করার উপযুক্ত আবহাওয়া আছে। বর্তমান অয়েল পামের চাষের যে সব উন্নতি হয়েছে, তা অমূল্যরূপে ধারণা করলে ভারতে এই গাছের চাষ সকলও লাভজনক হবে। দেশে বিভিন্ন খাদ্য-বস্তুর উৎপাদন বৃদ্ধির জন্তে নানা প্রকল্প গ্রহণ করা হয়েছে। আশা করি, সরকার শীঘ্রই পাম অয়েল চাষের একটি প্রকল্প চালু করে এই খাদ্যতৈল, তথা লাবান তৈরির উপযুক্ত ও প্রসাধনে ব্যবহৃত তৈলের উৎপাদন বৃদ্ধির ব্যবস্থা করবেন।

অপরাধ-বিজ্ঞানে সনাক্তকরণ

জীমূতকাস্তি বন্দ্যোপাধ্যায়

অপরাধ তদন্তের প্রাথমিক প্রয়োজনই হচ্ছে, অপরাধী ও সন্দেহভাজন ব্যক্তির সঠিক পরিচয় নির্ণয় করা—তাকে উপযুক্ত ভাবে সনাক্ত করা। কারণ এর দ্বারাই সম্ভব হয় সংঘটিত কোন অপরাধের সঙ্গে সম্ভাব্য অপরাধীর অপ্রাপ্ত বোণ-মুদ্র নির্ধারণ করা, বা অপরাধ তদন্তের মূল কথা।

সঠিক ব্যক্তি পরিচয় নির্ণয় (Personal identification) তাই অপরাধ তদন্তে অপরিহার্য। এর দ্বারা শুধু যে প্রকৃত অপরাধী ধরা পড়ে তাই নয়, নির্দোষ ব্যক্তিও নিষ্কৃতি পায়। এই উদ্দেশ্য সাধনের জন্তে সারা পৃথিবীর পুলিশ আজ ক্রমেই বেশী করে নির্ভর করছে বস্তুনিষ্ঠ বিজ্ঞানসম্মত পদ্ধতির সাহায্যে ভ্রান্তি ও ভ্রষ্টমুক্ত সনাক্তকরণ বা অশ্রান্ত পরিচয় নির্ণয়ের উপর।

এই উদ্দেশ্যে প্রথম সুসংবদ্ধ প্রচেষ্টা করেন আলফানসো বার্টিলোন (Alfanzo Burtillon), যিনি অ্যানথ্রোপোমেট্রি (Anthropometry) নামক এক পদ্ধতির উদ্ভাব করেন। এই প্রথা মূলতঃ নির্ভর করতো অপরাধীর শারীরিক মাপজোখের ভিত্তিতে প্রকৃত বিস্তৃত তথ্যতালিকার উপর—বা সন্দেহভাজন ব্যক্তির অঙ্গসন্ধানে কাজে লাগানো হতো। গত শতকের শেষ অবধি সারা পৃথিবী জুড়ে ছিল এই পদ্ধতির প্রচলন। কিন্তু এই পদ্ধতিতে বিস্তর ভুলভ্রান্তি ধরা পড়তো। তাছাড়া সব ক্ষেত্রে এটা প্রয়োগ করাও সম্ভব হতো না।

এই সময়ে কটোগ্রাফিও ততটা উৎকর্ষ ও কার্যকারিতা লাভ করে নি, যার দ্বারা কটোগ্রাফির তথ্য-প্রমাণকেও নস্যাৎ করে দেওয়া চতুর অপরাধীর পক্ষে খুব অসম্ভব ছিল না।

এই অবস্থার প্রতিকারে বিশ্বব্যাপী পুলিশ কর্তৃক

নির্মিত অপরাধ তদন্তের কাজে প্রচলিত হলো আঙ্গুল-ছাপের (Finger print) ভিত্তিতে সনাক্তকরণ প্রথা। এই শতকের গোড়া থেকে এটাই সারা পৃথিবীতে গৃহীত হয়েছে এক অবিসংবাদিত তদন্তসহায়ক রূপে। আদি আঙ্গুল-ছাপ পদ্ধতিতে ক্রমে ক্রমে এসেছে অনেক পরিবর্তন ও পরিবর্ধন। ঐ সংযোজন ও সংস্কারের কাজ এখনো শেষ হয়ে যায় নি। বর্তমানেও আঙ্গুল-ছাপই অপরাধ তদন্তের অত্যন্ত প্রধান নির্ভরযোগ্য উপাদান।

অপরাধ তদন্তে উত্তরোত্তর উন্নত বৈজ্ঞানিক কলা-কৌশল প্রয়োগের সঙ্গে সঙ্গে ব্যক্তি সনাক্তকরণ সমস্তাও বেশী করে মনোযোগ আকর্ষণ করেছে। দেখা গেছে যে, আঙ্গুল বা আলোকচিত্র সব সময় সুলভ না হওয়ার অপরাধী বা অপরাধের ঘটনা অথবা দুর্দৈবে কবলারিত ব্যক্তিদের সঠিক পরিচয় নির্ধারণ অনেক সময় বেশ ছত্রছত্র সমস্তারূপে দেখা দেয়। আর ভুল সনাক্তকরণ বা পরিচয় নির্দোষ ব্যক্তির পক্ষে বিস্তর দুর্ভোগ ও বিপদের কারণ হতে পারে।

তাই এই বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ কাজে শুধু প্রচলিত পদ্ধতির উপর নির্ভর না করে থেকে চললো নিত্য নতুন উপায় উদ্ভাবন ও পরীক্ষা-নিরীক্ষা এবং অনেকগুলিতে আশাতীত সাফল্য লাভ করা গেল।

পরিচয়জ্ঞাপক সরঞ্জাম বা আইডেনটিটি

কিট (Identity Kit)

আলোকচিত্র গ্রহণ যদিও অপরাধ তদন্তে প্রচুর সাহায্য করে থাকে, তথাপি এর ক্রটিও রয়েছে কম নয়। ভুল সনাক্তকরণের সম্ভাবনাও এতে রয়েছে। অবশ্য ভিডিও (Video) টেপ-

রেকর্ডার পদ্ধতিসহ টেলিভিশন এই কটোগ্রাফির কাজে যুক্ত হওয়ার অপরাধীর পরিচয় সংকলিত তথ্য যুক্তরূপে গ্রহণ ও সংরক্ষণের চেষ্টা হচ্ছে। এই সব তথ্য আদালতে প্রমাণ হিসাবে গ্রাহ্য হচ্ছে ও পুলিশ বিভাগে অপরাধী সনাক্তকরণের (Identification parade) গতাত্মগতিক অহুসন্ধানের বদলে এই পদ্ধতির সাহায্য নেওয়া হচ্ছে। এই পদ্ধতি যদিও বর্তমানে বেশ কিছুটা ব্যয়সাধ্য, তথাপি এর দ্বারা বিপুল পরিমাণ তথ্য-প্রমাণ সঞ্চিত করে রাখা সম্ভব। দেখা গেছে, উদ্দিষ্ট ব্যক্তির পরিচয় নির্ণয়ের কাজে প্রতি মিনিটে প্রায় 66,000 আলোকচিত্রের অহুসন্ধান ও পরীক্ষা এর দ্বারা করা সম্ভব। অধিকন্তু এর সাহায্যে কোন কটোগ্রাফের অতি উৎকৃষ্ট নকল বা কপি দ্রুত প্রস্তুত করে বিশেষ টেলিকোন লাইন বা বেতারের মাধ্যমে নিম্নে স্থানান্তরে পাঠানো সম্ভব। বহু দূরের ট্রেনেও তার দ্বারা পঁচ মিনিটেরও কম সময়ে এই কটোবর্তা পাঠানো সম্ভব। এছাড়া এই কটোবর্তাকে সুসংবদ্ধ স্থায়ী নথি বা তথ্যরূপে সংরক্ষণ করা সম্ভব, যাতে দরকারমতই তা ব্যবহার করা চলে। বিদেশে পুলিশ সংস্থা এখন তাদের কাজে এই সব আধুনিক পদ্ধতি বেগী করে ব্যবহার করছেন।

সাম্প্রতিক কটোগ্রাফির সরঞ্জামের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হচ্ছে, ইনফ্রারেড-রে ক্যামেরা, দ্বারা সাহায্যে রাতের অন্ধকারে ক্রান্তগানের সাহায্য ছাড়াই লুকিয়ে থাকা বা পলায়মান অপরাধীর কটো তোলা বা সন্ধান পাওয়া সম্ভব।

তাছাড়া আলোকচিত্রের ভিত্তিতে ব্যক্তি পরিচয়জ্ঞাপক তথ্য গ্রহণের উদ্দেশ্যে সাম্প্রতি প্রচলিত হয়েছে আর্কডেনটিটি কিট সিস্টেম বা সনাক্তকরণ সরঞ্জামের ব্যবহার। এতে কাজে লাগানো হয় একই জিনিষের—যেমন মানুষের মুখের কতকগুলি দৃষ্টি সারিবদ্ধ বহিরাবণ

খোলসকে (Overlays)। এই বহিরাবণ খোলসগুলিই মানুষের মুখের বিভিন্ন অংশের এক-একটি নমুনা। 6টি থেকে 9টি এমন বহিরাবৃত্তির যুক্ত খোলস মিলে তৈরি হয় এক একটি সম্পূর্ণ মুখাকৃতির নমুনা—কোন ক্যামেরা বা শিল্পীর সাহায্য ছাড়াই।

এই ভাবে কয়েক মিনিটের মধ্যেই গড়ে তোলা যায় কোন মানুষের সম্পূর্ণ মুখাবয়ব, দ্বারা সাহায্যে তদন্তকারী অফিসার সন্দেহভাজন অপরাধীকে ধরে ফেলতে সক্ষম হন।

হাতের আঙ্গুল ও পাঙ্গের ছাপ

হাতের আঙ্গুল-ছাপ ও তার শ্রেণী বিভাগের বিশেষ মৌলিক উন্নতি কিছু হয় নি, যদিও বিভিন্ন দেশের সংগ্রহশালার রক্ষিত বহু লক্ষ আঙ্গুল-ছাপ বাছাই ও পরীক্ষার কাজে সুবিধার জন্তে চালু হয়েছে নানা উপশ্রেণী বিভাগ। এখনকার সমস্যা হচ্ছে, অনেক বেগী সংখ্যক আঙ্গুলের ছাপের তালিকাভুক্তি করা ও তাদের ভিতর থেকে বধাসম্ভব দ্রুততা ও নিভুলতার সঙ্গে উদ্দিষ্ট কোন আঙ্গুল-ছাপ সম্পর্কে অহুসন্ধান চালানো। টেলিভিশন ভিডিও-টেপ (Vision+odeo) শোনা ও দেখা যায়, এমন কি তা সঞ্চারিত টেলিভিশন পদ্ধতির সাহায্যে সংশ্লিষ্ট প্রয়োজনীয় তথ্যসহ প্রতিটি আঙ্গুলের ছাপ নথিভুক্ত করে রাখা সম্ভব হয়েছে। পঁচ লক্ষের উপর আঙ্গুল-ছাপ সংরক্ষণ ও সর্বদা ব্যবহারের কাজে এই পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়েছে। আঙ্গুল-ছাপের শ্রেণী বিভাগ, বাছাই ও তত্ত্বাবধান কাজে কম্পিউটারের সাহায্য নেবার চেষ্টাও করা হয়েছে এবং তদন্তকারী আঙ্গুল-ছাপের ক্ষেত্রে ইলেকট্রনিক ডেটা প্রোসেসিং বা ইলেকট্রনিক পদ্ধতি তথ্য সাজাবার ব্যাপারে এখানে সাফল্য লাভ হয়েছে অসামান্য।

টেলিকোন দ্বারা আঙ্গুল-ছাপের কপি পাঠানো আজকাল সব অংশের দেশে প্রচলিত

হচ্ছে। এই উদ্দেশ্যে উপযুক্ত সাজসজ্জামণ্ড
বিভিন্ন জায়গা থেকে পাওয়া সম্ভব হচ্ছে।
নতুন কটো-টেলিগ্রাফিক পদ্ধতিতে প্রতি ইঞ্চিতে
২০০ লাইন পর্যন্ত পরিষ্কারভাবে গ্রহণ ও প্রেরণ
করা যাচ্ছে। রেডিও প্রেরণ পদ্ধতিতে খরচা
একটু বেশী, কিন্তু কার্যকারিতাও সেই সঙ্গে বেশী।
সে বাই হোক, এই সব পদ্ধতিতে আঙ্গুলের
ছাপ অল্প সময়ের মধ্যে দীর্ঘ দূরত্বে পাঠিয়ে
সবর অল্পসঙ্কান ও পরীক্ষা চালানো সম্ভব হয়েছে।
শিল্পবিজ্ঞানে উন্নত দেশগুলিতে ইতিমধ্যেই এই
পদ্ধতির বর্ণে প্রচলন হয়েছে।

অনেক গবেষণা ও পরীক্ষা-নিরীক্ষা হয়েছে এবং
কয়েকটি পদ্ধতিও প্রচলিত হয়েছে। পেরিকটো-
গ্রাফি ক্যামেরার সাহায্যে এখন যে কোন
ছোট বৃত্তাকার বস্তুর উপর পরিপূর্ণ আঙ্গুল-ছাপের
ছবি গ্রহণ সম্ভব।

চামড়ার খাঁজ (Ridges) সহ অনাবৃত পায়ের
ছাপ বা পাতলা-ছাপের ও হাতের আঙ্গুলের ছাপের
পাশাপাশি মূল্যবান ভূমিকা রয়েছে ব্যক্তির পরিচয়
নির্ধারণে—অর্থাৎ সনাক্তকরণে। কারো ব্যবহার করা
পায়ের জুতা আজকাল বিশেষভাবে কাজে লাগছে
তুলনামূলক বিচারের ভিত্তিতে সনাক্তকরণের কাজে।



পুলিশের নথীভুক্ত আঙ্গুল-ছাপের এক সারির প্রতিনিধি।

কঠিন ও জটিল পরিস্থিতিতে আঙ্গুল-ছাপ
উদ্ধারের জন্তেও নানা কৌশল উদ্ভাবিত হচ্ছে ;
যেমন—আক্রান্ত, আহত বা মৃত ব্যক্তির গায়ের
চামড়ার উপর থেকে অপরাধীর বা মৃতের
আঙ্গুল-ছাপ উদ্ধারের জন্তে ইলেকট্রোনোগ্রাফি
কৌশলের ভিত্তিতে রঞ্জন-রশ্মি প্রয়োগের এক
পদ্ধতি উদ্ভাবিত হয়েছে। এই পদ্ধতিতে আহতের
বা মৃতের গায়ের চামড়া বা আঙ্গুলের মাথার
উপর সীসার গুঁড়া ছড়িয়ে দিয়ে রঞ্জন-রশ্মির
সাহায্যে উপযুক্ত ছবি নেওয়া হয়। আবার একই
উপায়ে বাষ্পীভবন প্রক্রিয়ায়ও কাগজের উপর
ছড়িয়ে দেওয়া ধাতব গুঁড়ার সাহায্যে দু-বছর
পর্যন্ত সময়ের ব্যবধানেও আঙ্গুলের ছাপ উদ্ধার
করা যায়।

গলিত, বিদগ্ধ ও শুকিয়ে যাওয়া (Mummified)
দেহ থেকে হাতের আঙ্গুলের ছাপ গ্রহণ সম্পর্কে

আঙ্গুল-ছাপ ও পায়ের ছাপ ছাড়াও আজকাল
মামুষের অস্ত্র অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ, যেমন—কান এমন
কি, ঠোঁটও ব্যক্তিবিশেষকে সনাক্তকরণের ব্যাপারে
অপরাধ তদন্তে খুব কাজে লাগছে।

বিশেষ করে কান—কানের নক্সা নাকি
মামুষের জন্ম থেকে মৃত্যু পর্যন্ত অপরিবর্তনীয়।
সম্প্রতি কানের ১২টি অংশের এক তুলনামূলক
বিচার-পদ্ধতি প্রস্তুত হয়েছে। এই পদ্ধতি
অনুযায়ী কানের সুনির্দিষ্ট বৈশিষ্ট্য ও তার
প্রামাণ্য সব তালিকা প্রস্তুত করা হয়েছে, যাতে
কানের তুলনামূলক মিল বা প্রভেদ ধরা পড়ে।
তবে বিষয়টি এখনও অধিকতর গবেষণাসাপেক্ষ।

অপরাধ তদন্তে ঠোঁটের ছাপের এক অভিনব
প্রয়োগের কথা শোনা গেছে সম্প্রতি জাপান
থেকে। চা বা পানীয়ের পেরালাই আমরা
সবাই চুমুক দিয়ে থাকি। সেই পেরালাই যদি

দেহাৎ অপরাধীর ঠোঁটের ছাপ লেগে যায়, তবে তা অপরাধীর পক্ষে প্রায় মৃত্যুপর্যায়ের ন্যায় সাবিল হতে পারে।

দু-জন বিশিষ্ট জাপানী দন্তচিকিৎসক ডাঃ কাজুও সুজুকী এবং ডাঃ ইয়াসুহিসুচিহানি সম্প্রতি আজুলের ছাপের মত মাছের ঠোঁটের ছাপেরও এক শ্রেণী বিভাগ বের করেছেন—যা ব্যক্তি-বিশেষকে সনাক্তকরণে আজুলের ছাপের মতই অপ্রাস্ত্য বলে তাঁরা মনে করেন। এই শ্রেণী বিভাগ প্রস্তুত হয়েছে ঠোঁটের উপরের চামড়ার খাঁজকাটা ধরনের (Ridge pattern) মোট পাঁচটি স্পষ্ট নমুনার উপর নির্ভর করে। তাঁরা নমুনা হিসাবে প্রায় 1000 পাঁচমিশালী লোক নিয়ে পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালিয়েছেন। এদের মধ্যে ছিল প্রায় 15 জোড়া অতিরিক্ত আকৃতির সমজ লোক। গবেষকদ্বয় দেখেছেন, এদের প্রত্যেকেরই ঠোঁটের ছাপ অন্যের চেয়ে স্বতন্ত্র ও চিনে বের করবার মত।

গত জাহুয়ারী মাসেই (1971) টোকিও শহরে সংঘটিত এক রাহাজানিতে অপরাধী সচিব ম্যাগাজিনের ছবির গারে ঠোঁটের চূষন চিহ্ন রেখে যায়। তদন্তকালে সুজুকী সেই ঠোঁটের ছাপের সাহায্যে পুলিশকে খুঁজে বের করতে সাহায্য করে সেই ঠোঁটের ছাপের অধিকারী অপরাধীকে। শেষ অবধি তার অপরাধ প্রমাণিত হয় ও সাজা হয়ে যায়।

পুলিশের কাজে ঠোঁটের ছাপ-বিজ্ঞানের মূল প্রবক্তা হচ্ছেন আমেরিকার লস এঞ্জেলস্-এর পুলিশ বিভাগের ভূতপূর্ব অপরাধ-বিজ্ঞানী লেকটেভ্যান্ট লী জোনস, যিনি 1954 সালে কোন এক মোটর দুর্ঘটনার আহত জর্নেকা নারীর ঠোঁটের ছাপের উপর নির্ভর করে দুর্ঘটনার জন্তে দায়ী ড্রাইভারকে খুঁজে বের করতে সক্ষম হন। গাড়ীর গারে পাওয়া আহত নারীর ঠোঁটের নুপে ছিল তদন্তের প্রধান সূত্র। অবশ্য এই বিষয়টি বড় গবেষণাপ্রাপেক।

মৃত্যুর পরে মৃত ব্যক্তিকে ঠিকমত সনাক্ত করা অনেক সময়ই বেশ কঠিন ব্যাপার হয়ে দাঁড়ায়। মাটির নীচে পুঁতে কেলা বা কবর দেওয়া খণ্ডবিধণ গণিত বিকৃত শবের দেহাবশেষ বা কঙ্কালের অংশবিশেষ পরীক্ষা করে তার আসল পরিচয় উদ্ঘাটন প্রায়ই অপরাধ তদন্তের একটি অত্যাবশ্যকীয় অঞ্চল হ্রহ অঙ্গ।

চিকিৎসা ও অন্তর্গত আনুষঙ্গিক মূল বিজ্ঞানের প্রভূত উন্নতির ফলে এই ব্যাপারে পরীক্ষা-নিরীক্ষার দ্বারা অপ্রাস্ত্য রায় পাওয়া সম্ভব হচ্ছে। নিহতের বয়স সঠিকভাবে নির্ধারণে ক্যারিটির অংশবিশেষ ক্যানিয়াল স্ট্যাচার (Carnial statues) পরীক্ষা, ব্যাপক হতাহতের ক্ষেত্রে দেহের কিম্বার (Femur) হাড়ের মজ্জার লাল ও হলুদে অংশের পরীক্ষা এবং এছাড়া ডায়াফিসিস (Diaphysis) হাড়ের টুকরা পরীক্ষা—এসব হচ্ছে কয়েকটি সাম্প্রতিক অদ্বৈত পদ্ধতি। এছাড়া সম্ভাব্য ইস্ট্রোমিট্রিক বা বলকারক চেতনা সঞ্চার পদ্ধতির সাহায্যে এই ব্যাপারে অধিকতর ফল লাভের চেষ্টা করা হচ্ছে।

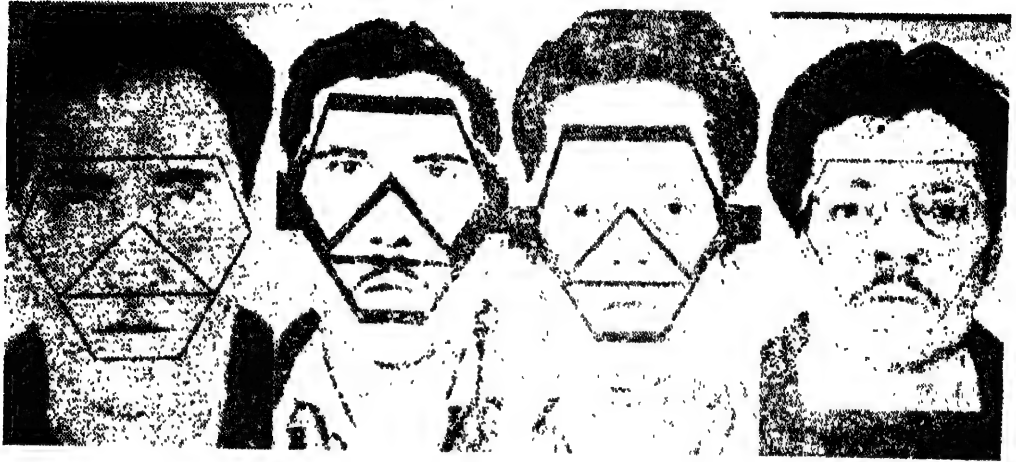
মৃত্যুর পরে ক্যারিটির হাড়ের সঙ্গে মৃতের কটো-গ্রাম স্পারাইমপোজিশন পদ্ধতিতে—একটার উপর অন্যটা রেখে—মিলিয়ে তুলনামূলক বিচারের দ্বারা মৃতের সনাক্তকরণ একটা পরীক্ষিত সকল কৌশল। মৃতদেহকে রঞ্জন-রশ্মির দ্বারা পরীক্ষা করে সেই কটো—মৃতের জীবিতাবস্থার কোন সময় চিকিৎসাকালীন গৃহীত—কোন রঞ্জন-রশ্মির কটোর সঙ্গে তুলনামূলক পরীক্ষা করে অনেক সময় মৃতদেহ সনাক্তকরণের মূল্যবান সূত্র পাওয়া সম্ভব হয়েছে।

এছাড়াও আছে আর এক বিচিত্র পদ্ধতি যার নাম কটো-রোবট পদ্ধতি। এই পদ্ধতিতে কোন ব্যক্তিবিশেষকে যে চেনে বা চোখে দেখেছে, এমন কোন ব্যক্তির শুধু মাত্র স্মৃতিশক্তির উপর নির্ভর করে তার সাহায্যে উদ্ভিষ্ট ব্যক্তির চেহারার বৈশিষ্ট্য

সঙ্লিত করে একটা সম্ভাব্য আকৃতি দান করা হয় বিভিন্ন নমুনার সংগৃহীত ফটোগ্রাফ থেকে মিলিয়ে। এই ভাবে প্রস্তুত ছবির সাহায্যে সহজেই উদ্দিষ্ট ব্যক্তিকে চিনে বের করা বা সনাক্ত করা সম্ভব।

ফরেনসিক ওডোনটোলজি (Forensic odontology) বা অপরাধ তদন্তসম্পর্কিত দন্ত-

হস্তাতিশুল্ল তুলনামূলক বিচারের দ্বারা শেখ অবধি প্রমাণিত হয় যে, এই কামড় অপরাধীরই দাঁতের কামড়। বিভিন্ন মানুষের দাঁতে থাকে বিভিন্ন রকমের বৈশিষ্ট্য বা বিকৃতি; যেমন—কারো দাঁতে থাকে হয়তো সোনা বা রূপার খালাই, কারো দাঁতে কৃত্রিম বা বাঁধানো, কারো কোন দাঁত নেই বা দাঁতে পোকাধরা বা অন্য রোগ—যার দ্বারা



ফটো-বোর্ড পদ্ধতিতে প্রস্তুত আলোকচিত্র। সর্ববামের চিত্রটিতে মুখের মূল আদলের নক্সা চিহ্নিত হয়েছে। দ্বিতীয় ও তৃতীয় ছবিতে (বাম দিক থেকে) মূখ্যাকৃতির বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য সমন্বিত করে সম্ভাব্য আকৃতিটি তৈরী করার চেষ্টা করা হয়েছে। সর্ব দক্ষিণের চিত্রটি এই প্রচেষ্টার ফল। এর দ্বারা উদ্দিষ্ট লোককে বের করা সম্ভব।

বিজ্ঞান ব্যক্তি চেনার বিশেষ সাহায্য করছে। এই বিজ্ঞানে দাঁতের উৎপত্তি ও অভিন্নতা বিচার করা হয় পরীক্ষা ও গবেষণার সাহায্যে।

কয়েকটি গুরুতর নরহত্যা মামলার ফটোগ্রাফের সাহায্যে—অপারাইমপোজিশন পদ্ধতিতে অর্থাৎ একটির উপর আর একটি রেখে মিলিয়ে ব্যক্তি-বিশেষের দাঁতের সনাক্তকরণ সম্ভব হয়েছে এবং তা আদালতে অপরাধীর বিরুদ্ধে নির্ভরযোগ্য তথ্য-রূপে স্বীকৃত হয়েছে। সম্প্রতি যুক্তরাজ্যের একটি হত্যা মামলার নিহতের দেহে তিনটি দাঁতের কামড়ের চিহ্নই ছিল হত্যার প্রধান প্রমাণ।

নিঃসন্দেহে বোঝা যায়, কোন্ দাঁতের মালিক কে বা কোন্ কামড় কার মুখের দাঁতের। শুধু যে আসল অপরাধী এতে ধরা পড়ে তাই নয়, ভুল বা সন্দেহবশতঃ ধৃত নির্দোষ ব্যক্তিও এর দ্বারা রেহাই পেয়ে যায়। এই তুলনামূলক দাঁতের পরীক্ষার দাঁতের রঞ্জন-রশ্মির চিত্র বা সাধারণ আলোকচিত্র খুব অপ্রাসক্তভাবে কাজে লাগে।

কৃত্রিম দাঁত প্রস্তুতকারকের বিশেষ চিহ্ন (Trade বা manufacturing marks) দিয়ে দাঁত ও সেই সঙ্গে দাঁতের মালিককে চিনে বের করা সম্ভব। বাস্তবিক পক্ষে এখন দাঁতের দ্বারা

সনাক্তকরণ পদ্ধতি এতদূর সঠিক ও নির্ভরযোগ্য হয়ে উঠেছে যে, আজকাল বহু দেশের রাষ্ট্রীয় বিমান সংস্থা ও পুলিশ বিভাগে তাদের কর্মীদের দাঁতের বিধিসম্মত পূর্ণ বিবরণ সংরক্ষণ করছেন, যাতে দরকারমত তা সনাক্তকরণের কাজে লাগানো যায়। কাজেই দেখা যাচ্ছে যে, যে দাঁত আগে শুধুমাত্র ব্যক্তি বিশেষের আত্মমানিক বয়স নির্ধারণের কাজে ব্যবহৃত হতো, তা আজকাল ব্যক্তি সনাক্তকরণের অত্যন্তম এক নির্ভরযোগ্য অবলম্বন।

জৈব নির্ধারক ও চুল

মানুষের দেহের জৈব নির্ধারকের মধ্যে ব্যক্তির পরিচয় নির্ধারণে যে জিনিষের ভূমিকা সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ, তা হচ্ছে দেহের রক্ত। অবশ্য বর্তমানে রক্ত শুধু কোন জিনিষের অস্তিত্বের চেয়ে অনস্তিত্ব প্রমাণ করতেই বেশী সক্ষম, অর্থাৎ নেতিবাচক (Negative) প্রমাণ হিসাবেই রক্তের তথ্যমূল্য অকাট্য। সচরাচর এ, বি ও ও—রক্তের এই তিনটি শ্রেণী বিভাগের দ্বারা ব্যক্তিবিশেষকে তার দেহের রক্তের প্রকৃতি অনুযায়ী এ, বি, এ+বি এবং ও—এই চারটি আলাদা শ্রেণীতে ভাগ করা হয়। তাই অপরাধ-বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে এই শ্রেণী বিভাগের উপযোগিতা ও প্রয়োগক্ষেত্র সীমাবদ্ধ।

সম্প্রতি রক্তের স্বরূপ বিচারে অল্প ভিত্তিতে রক্তের শ্রেণী বিভাগ প্রচলিত হয়েছে; যেমন—এম এন (M N) ও আর এইচ (R H) বিভাগ। এগুলি অপরাধসংক্রান্ত নিয়মমাত্তিক পরীক্ষা-নিরীক্ষার কাজে ব্যবহৃত হচ্ছে। সর্বাণুগত জৈব রসায়নিক ও রোগ প্রতিরোধক (Biochemical and Immunological) পদ্ধতিতে ব্যক্তিবিশেষের রক্তের গঠন, উপাদান ও বিস্তারিত বৈশিষ্ট্য নিয়ে গবেষণা চলছে। একটি বিবরণে জানা যায় যে, এর দ্বারা শেষ অবধি হয়তো 5 কোটি লোকের মধ্যেও যে কোন এক বিশেষ উদ্দিষ্ট ব্যক্তির

দেহের রক্তের বিশেষ উপাদানের ভিত্তিতে—তাকে বেছে বেছে করা সম্ভব হবে। রক্তের শ্রেণী বিভাগের পদ্ধতিতেও হয়েছে প্রভূত উন্নতি এবং তাকে অপরাধ-বিজ্ঞানের কাজে বিশেষ উপযোগী করে তোলা হয়েছে।

বাস্তবিক পক্ষে আজকাল শুধুমাত্র কয়েকটি ছোট রক্তেজা আশ বা চুলের সাহায্যেই রক্ত-বিশেষজ্ঞ পারেন রক্তের সঠিক শ্রেণী বলে দিতে।

একই পদ্ধতিতে চামড়া, মাংসপেশীর আশ, শুক্র, লালা বা থুথুর সাহায্যেও ক্ষেত্রেবিশেষে রক্তের শ্রেণী নির্ণয় করা সম্ভব। বৈজ্ঞানিক ও তেজস্ক্রিয় বিশ্লেষণ পদ্ধতি আজকাল অপরাধ-বিজ্ঞান



মানুষের মাথার চুল বহু গুণ পরিবর্তিত আকারে। লক্ষণীয় ভিতরের কালো রঙের মূল শাঁস (Medula), দ্বারা বাইরে আছে আর একটি আবরণ।

সংক্রান্ত রক্ত বিচার-বিশ্লেষণের দ্বারা অপরিহার্য অঙ্গ হয়ে দাঁড়িয়েছে। এর দ্বারা আসল অপরাধী নির্ণয় যেমন সম্ভব, তার চেয়ে বেশী সম্ভব নির্দোষ

ব্যক্তিকে সন্দেহের আওতা থেকে বত শীঘ্র সম্ভব অব্যাহতি দান।

বহু বছরের গবেষণার ফলে মানুষের মাথার চুল ব্যক্তির পরিচয় নির্ণয়ে, তথা সনাক্তকরণে এক বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা গ্রহণ করেছে। চুলের চিহ্নাচিত্রিত গঠন ও বয়স বিচার ছাড়াও সম্প্রতি চুলের সাহায্যে মানুষের লিঙ্গ নির্ণয় এবং রক্তের মত মানুষের চুলেরও শ্রেণী বিভাগ করবার প্রয়াস করা হয়েছে। উপরিউক্ত কৌশল ছাড়াও নিউট্রন অ্যাকটিভেশন অ্যানালিসিস পদ্ধতিতে পারমাণবিক বিশ্লেষণের সাহায্যে সন্দেহভাজন ব্যক্তির চুল ও অপরাধসংক্রান্ত ঘটনার প্রাপ্ত চুল নিয়ে তুলনামূলক পরীকার দ্বারা উভয়ের অভিন্নতা নির্ণয় করা হয়ে থাকে।

তেজস্ক্রিয় বিশ্লেষক কৌশলে নির্ধারিত চুলের নানা অতি সূক্ষ্ম মৌল উপাদানের লেশ, যেমন—ম্যাঙ্গানিজ, সোডিয়াম, ক্লোরিন, আরসেন কোবাল্ট, নিকেল প্রভৃতির সাহায্যে অপচয় বা বিকৃতি না ঘটিয়ে চুলের তুলনামূলক সূক্ষ্ম বিচার ও বিশ্লেষণ সম্ভব। বিষয়টি যথেষ্ট সম্ভাবনাময়।

হস্তাক্ষর

ব্যক্তিবিশেষের হাতের লেখার তার নিজস্ব রীতি ও বৈশিষ্ট্যের বিচারই হচ্ছে হস্তলিপি বিশারদের পরীকার ভিত্তি। এক্ষেত্রেও যথেষ্ট সফলতা লাভ করা গেছে—বস্তুনিষ্ঠ বৈজ্ঞানিক ভিত্তিতে পাওয়া পুত্রকে বিধিবদ্ধভাবে ব্যবহার করে। আজকাল হস্তলিপির তুলনামূলক বিচারে, একের সঙ্গে অন্যের অভিন্নতা নির্ণয়ে, জ্যামিতিক মাপজোখের সাহায্য নেওয়া হচ্ছে। হস্তলিপি সংক্রান্ত তথ্যকে বিভিন্ন ভাষার বর্ণমালার পরিপ্রেক্ষিতে আলোচনা ও বিচার করা হয়েছে, যাতে এই কৌশল বিশ্বের সর্বত্র সমানভাবে কার্যকরী হয়।

ইচ্ছাকৃতভাবে হাতের লেখা বদলানো বা

গোপন করা ছাড়াও আছে বয়োবৃদ্ধি, রোগ, মত্ততা বা মানসিক উত্তেজনাজনিত হস্তাক্ষরের রূপ পরিবর্তিত হবার সম্ভা। এই ব্যাপার নিয়েও গবেষণা চলেছে এবং সাফল্য লাভ করা গেছে অনেকটা। যেমন একই লোকের ইচ্ছাকৃত দুই সম্পূর্ণ বিপরীত চন্ডের লেখাতেও নির্ণয় করা সম্ভব হয়েছে মূল ঐক্যমত। উত্তর লেখায় এই সূক্ষ্ম সাদৃশ্য সাধারণের চোখে ধরা না পড়লেও বিশেষজ্ঞের চোখে ধরা পড়বেই।

এছাড়া জালিয়াতি বা অন্য উদ্দেশ্যে তুলে ফেলা বা মুছে ফেলা হাতের লেখাও পুনরুদ্ধার সম্ভব নানা কৌশলে, যার মধ্যে রয়েছে পিন ফোঁড়া কৌশল—অনুদৃষ্টে কোন এক পত্র লেখক জনৈক ভদ্রমহিলাকে একখানা আপত্তিকর চিঠি লিখে নিজের নাম ঠিকানা ভুলক্রমে লিখে ফেলে। অবশেষে সে তা রাবার দিয়ে ঘষে তুলে ফেলে। কিন্তু তাতেও সে নিষ্কৃতি পায় নি। বিশেষজ্ঞের সাহায্যে সেই ঘষে তোলা ঠিকানার পাঠোদ্ধার হয়ে শেষ পর্যন্ত সে ধরা পড়ে যায়।

তুলে বা মুছে ফেলা লেখার সীমারেখা বরাবর কৌশলে এমনভাবে আলপিন দিয়ে পর পর ছিদ্র করে সাজিয়ে যাওয়া হয়, যাতে সেটা আলোর সাহায্যে ধরলে তুলে বা মুছে ফেলা লেখাটা ফের পড়া এবং তার ফটো তোলা সম্ভব হয়। এর নাম পিনফোঁড়া কৌশলে হস্তাক্ষর পুনরুদ্ধার।

ভয়েস প্রিন্ট

আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্রের ডাঃ কেরসটারের যুগান্তকারী আবিষ্কার এই স্বর-মুদ্রণ বা ভয়েস প্রিন্ট। এই পদ্ধতিটা হচ্ছে—ব্যক্তিবিশেষের কণ্ঠস্বর স্পেকটোগ্রাফ (Spectograph) নামক ইলেকট্রনিক যন্ত্রের সাহায্যে রেকর্ড থেকে কাগজের বুকে শব্দের অঙ্কিত নক্সা বা ছবিরূপে স্থানান্তরিত ও লিপিবদ্ধ করা—যার দরুণ কানেশোনা শব্দের একটা অঙ্কিত দৃশ্যগোচর রূপ লাভ

করা যায়। এটা আবার অনেক সংখ্যার ছাপিয়েও নেওয়া চলে। এই জাতীয় স্পেকট্রোগ্রাম বা দৃষ্টগোচর শব্দের আকৃতি হয় সাধারণতঃ বিভিন্ন পরিসরের অনিয়মিত আকৃতির কতকগুলি খাড়া (Vertical) এবং আড়াআড়ি (Horizontal) রেখার (Band) সমন্বয়। এই স্বর-মুদ্রণকে ধরা

টনে। টেলিকোন ইত্যাদি যারকং ডর দেখানো, অর্থ ইত্যাদি দাবী করা, তথ্যকতা করা, মহিলাকে অশ্লীল ও আপত্তিকর সন্তাষণ করা, কাউকে অহেতুক হরবানি ও বিরক্তি উৎপাদন আজকাল বিশ্বব্যাপী এক সাধারণ সমস্যা হয়ে দাঁড়িয়েছে। ভয়েস প্রিন্ট এই সব ক্ষেত্রে অপরাধীর কণ্ঠস্বরের



পাঁচজন পুরুষের কণ্ঠে 'ইউ' উচ্চারণের ভয়েস প্রিন্ট। উপরের দক্ষিণে এবং নিম্নের বামে একই ব্যক্তির ভয়েস প্রিন্ট।

হয় ব্যক্তিবিশেষের কণ্ঠস্বরের এক অকাটা প্রমাণ রূপে, কারণ কোন দু-জন ব্যক্তারই কণ্ঠস্বরের নক্সার (Pattern) পরিমাপ ও বৈচিত্র্য অবিকল এক হওয়া সম্ভব নয়। বাস্তব ক্ষেত্রে দেখা গেছে, সনাক্তকরণে এই পদ্ধতির সাক্ষ্যের পরিমাপ শতকরা প্রায় 99.75 ভাগ। এই কোশল সাক্ষ্যের সঙ্গে ব্যবহার করা হয়েছে 'ভুভুডে' টেলিকোন সংলাপে অজ্ঞাত ব্যক্তির পরিচয়ের রহস্য উদ্ঘা-

এক অজ্ঞাত স্বরলিপি রূপে প্রায় নিভুলভাবে তার পরিচয় নির্ণয়ে সক্ষম।

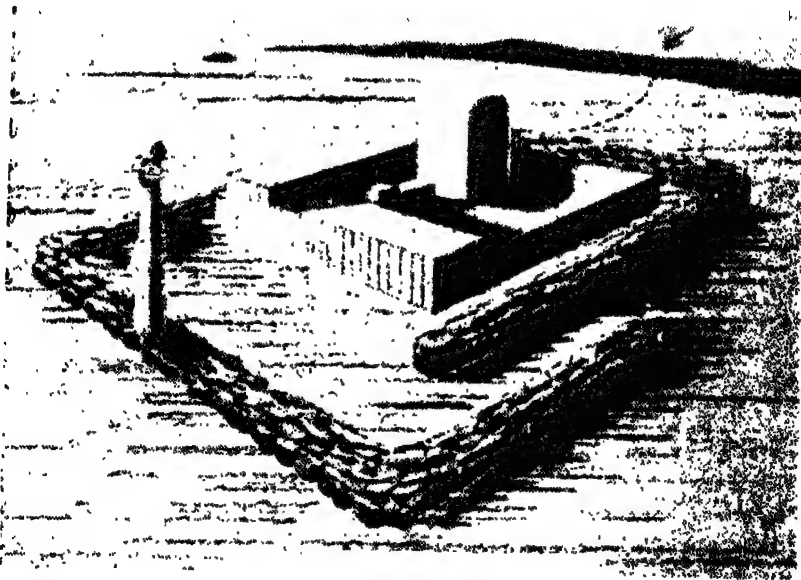
ওলফ্যাকট্রনিক্স বা আত্মাণ ভাষা

ওলফ্যাকট্রনিক্স (Olfactronics) বা আত্মাণ ভাষার সাহায্যে মানুষের জ্ঞানেন্দ্রিয়ের দ্বারা বা অন্য উপায়ে যে কোন গন্ধের উৎস নির্ণয় ও পরিমাপ করা যায়। বস্তুবিশেষের গন্ধের পরিমাপ ও

ঘনত্ব নির্ভর করে, কি পরিমাণ বিশেষ গুণ ও বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন বাষ্প বস্তুবিশেষ থেকে নির্গত হচ্ছে—তার উপর। গন্ধের পরিমাণ নির্ণয় করতে ব্যবহৃত হয়ে থাকে উপযুক্ত বাষ্প ও তরল বিশ্লেষক ক্রোমাটোগ্রাফ যন্ত্র, যার সঙ্গে যুক্ত থাকে উচ্চশক্তিসম্পন্ন ডিটেকটর বা নির্ধারক যন্ত্র। মাদক বা বিস্ফোরক দ্রব্যাদির উৎস নির্ণয় ছাড়াও এই যন্ত্র ব্যবহৃত হচ্ছে ব্যক্তিবিশেষের দেহের স্বকীয় জ্ঞান নির্ণয়ের কাজে। তাছাড়া দেখা গেছে, কোন ব্যক্তিবিশেষ কোন জ্ঞান-বস্তুর সংশ্রবে বেশ কিছুকণ কাটালে তার দেহ থেকেও সেই জ্ঞানের রেশ খুঁজে পাওয়া সম্ভব।

এই উপায়েই অপকর্মের সঙ্গে অপরাধীর সংশ্রব নির্ণয়ও সম্ভব। এতে প্রমাণিত হতে পারে অপরাধীর অপরাধ। এ নিয়ে আরও বিস্তারিত গবেষণা চলেছে।

এই সব কারণে আশা করা যায় যে, সে দিন খুব বেশী দূরে নয়, যে দিন সনাক্তকরণের মাধ্যমে অপরাধী নির্ণয়ের আধুনিক বিজ্ঞানসম্মত কলাকৌশল শুধু পৃথিবীর উন্নত দেশগুলিতেই সীমাবদ্ধ থাকবে না—তা ছড়িয়ে পড়বে পৃথিবীর সর্বদেশে; কলে সভ্য সমাজের জটিলতর ও জমবর্ধমান অপরাধের মোকাবেলাও সেই অহুপাতে সাফল্য লাভ করবে।



মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের নিউজার্সির উপকূলের কাছে অ্যাটলান্টিক মহাসাগরে এই রকম একটি ভাসমান পরমাণুশক্তি উৎপাদন কেন্দ্র গড়ে তোলবার পরিকল্পনা আছে। কেন্দ্রটি বিরাট একটি বজরার উপর ভাসমান থাকবে। এখানে ১১ লক্ষ কিলোওয়াট বিদ্যুৎশক্তি উৎপন্ন হবে। প্রস্তাব কার্যকরী হলে ১৯৮০ সালের গোড়ার দিকে একে রূপদান করা হবে। এই বিটি প্রস্তাবিত কেন্দ্রের নক্সা।

বৈজ্ঞানিক শিল্প প্রবর্তনে দূষিত পরিবেশ

এবং তার প্রতিকার

প্রিয়দারজুন রায়

জনকরেক প্রাচীনগহী আদর্শবাদী ব্যতিরেকে আর সকলে একবাক্যে স্বীকার করবেন যে, বৈজ্ঞানিক শিল্পের কারখানা প্রতিষ্ঠার মাহুয়ের জীবনযাত্রার মান ও সুখ-সুবিধা বেড়ে গেছে অভাবনীয় রূপে। কিন্তু এ-ও মানতে হবে যে, মাহুকে তার প্রত্যেক সুখ-সুবিধা বাড়াবাব জন্তে প্রকৃতির দরবারে অনেক মূল্য ও মাণ্ডল দিতে হয়। বিজ্ঞানীদের পরীক্ষার এর প্রমাণ পাওয়া যায়।

জীবনযাত্রার দুটি প্রধান ও অপরিহার্য উপকরণ হচ্ছে—বায়ু এবং জল। এই দুটিই প্রকৃতির অক্লপণ দান। বায়ুর অভাবে মাহু্য করেক মিনিটের বেশী বাঁচতে পারে না। তুম্বার জল না পেলেক বেশীকণ বাঁচা যায় না। কিন্তু এরা আবার দূষিত হলেও মাহুয়ের স্বাস্থ্য ও জীবন হানির সম্ভাবনা ঘটে।

বায়ু দূষিতকরণ

বায়ুর উপাদান আরতনে শতকরা 78 ভাগ নাইট্রোজেন, 21 ভাগ অক্সিজেন, 0.9 ভাগ কার্বন ডাই-অক্সাইড, 0.03—6.04 ভাগ বিরল গ্যাস এবং বাকীটা জলীয় বাষ্প। কোন কারণে যদি বায়ুতে কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ বেড়ে যায় (শতকরা 0.1 ভাগ), তাতে মাহু্য অসুস্থ হয়ে পড়ে। সেরূপ অক্সিজেনের পরিমাণ যদি অনেক কমে যায়, তাতেও মাহুয়ের খারবোর হতে পারে। এছাড়া, কোন কোন দূষিত পদার্থ, যথা—কার্বন মনোঅক্সাইড গ্যাস অতি অল্প

মাত্রাতে (আরতনে শতকরা 0.125) থাকলেও বায়ু বিষাক্ত হয়। তাতে মাহুয়ের মৃত্যু ঘটে। অনেক জানেন যে, রাত্রে ঘরের দরজা, জানালা সব বন্ধ করে করলার আগুন জালিয়ে রেখে ঘুমুলে মাহু্য মারা যায়। কারণ বন্ধ বায়ুতে করলা জলতে থাকলে শুধু কার্বন ডাই-অক্সাইড নয়, কার্বন মনোঅক্সাইডেরও উৎপত্তি হতে পারে। বড় বড় শিল্প কারখানার চুল্লীতে অহরহ প্রচুর পরিমাণে করলা জলতে থাকে (কোক ওভেন, রাষ্ট্র ফার্নেস ইত্যাদি)। কলে বায়ুতে বিপুল পরিমাণ কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস মিশ্রিত হয়। বড় বড় শহরে যেখানে বহু মোটর গাড়ী ও বাস চলাচল করে, তাতে যে পেট্রোল শোড়ে তাতেও কার্বন ডাই-অক্সাইড ও কৈব রাসায়নিক গ্যাসীয় পদার্থের (কার্বন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন ঘটিত) অষ্টি হয়ে বায়ুকে দূষিত করে। মাহুয়ের স্বাস্থ্যের পক্ষে এই সব গ্যাস বিশেষ ক্ষতিকর। করলাতেও অল্প-বিস্তর সালফার থাকে। করলা পোড়বার সময় সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়ে বায়ুতে মিশে যায়। এটি মাহুয়ের পক্ষে বিশেষ ক্ষতিকর। কারখানার চিমনি থেকে কার্বন ডাই-অক্সাইড, সালফার ডাই-অক্সাইড, জলীয় বাষ্প এবং করলার সূক্ষ্ম ধূলিকণা নিঃসৃত হয়ে বাতাসে ছড়িয়ে পড়ে। বাড়ীর উল্লনে করলা জগলেও কার্বন ডাই-অক্সাইড, কার্বন মনো-অক্সাইড, সালফার ডাই-অক্সাইড ইত্যাদি গ্যাস ও করলার ধূলিকণা ঐভাবে বায়ুকে দূষিত করে। শীতকালে কলকাতার মত শহরে নাকে কাপড়

দিলে কয়লার ধূলিতে কালো হয়ে যায়। H_2SO_4 , HCl , HNO_3 ইত্যাদি অ্যাসিডের কারখানার চিহ্নি থেকেও SO_2 , HCl গ্যাস, Oxides of Nitrogen অল্পবিস্তর পরিমাণে বেরিয়ে আসে। Cl_2 গ্যাস, রিচিং পাউডার ইত্যাদির কারখানা আরও একটি ভয়াবহ ক্ষতিকর পদার্থ বায়ুতে বর্তমান যুগে দেখা গিয়েছে। এটি হলো পরমাণু-বোমার বিস্ফোরণ থেকে প্রসিদ্ধ তেজস্ক্রিয় পদার্থ। এগুলি মানুষের পক্ষে দাক্ষণ ক্ষতিকর। অনেক এদের হুরারোগ্য ব্যাধির প্রভৃতি রোগের



শিল্প-প্রতিষ্ঠানের অদূরসম্মুখে ধূলিকণার দ্বারা বায়ু বিশেষভাবে দূষিত হয়ে থাকে।

থেকে Chlorine বায়ুকে দূষিত করে। এর প্রতিকারের জন্তে প্রত্যেক শিল্পপ্রধান দেশে নানাবিধ আইন বিধিবদ্ধ করা হয়েছে, যাতে কারখানার চিহ্নি থেকে নির্ধারিত পরিমাণের অধিক স্বাস্থ্যহানিকর গ্যাস বেরিয়ে এলে কারখানার কর্তৃপক্ষ দণ্ডনীয় হবেন। কিন্তু তা সত্ত্বেও বড় বড় শিল্পপ্রধান নগরে এই জাতীয় ক্ষতিকর পদার্থের অস্তিত্ব বায়ুতে পরীক্ষার বহুল পরিমাণে দেখা গিয়েছে। এসব শহরে CO_2 , CO , SO_2 , H_2S , বাসি ও কয়লার ধূলিকণার বহু টন প্রতি বছরে কয়লা, পেট্রোল, তেল ইত্যাদির প্রজ্জ্বলন থেকে এবং নানাজাতীয় কারখানার চিহ্নি থেকে বায়ুমণ্ডলে নিঃসৃত হতে থাকে।

কারণ বলে নির্দেশ করেন। রুটির জলে খোঁত হয়ে এরা মাটিতে মেশে এবং মাটি থেকে মানুষের স্বাস্থ্য শাকসব্জিতে প্রবেশ করে। বায়ু থেকে, এবং এসব শাকসব্জি থেকে মানুষের দেহে অম্লপ্রবেশ করে। বলা বাহুল্য পৃথিবীর সবকয়টি শক্তিশালী জাতিই পরমাণুবোমা বিস্ফোরণের পরীক্ষা করছেন সময়ে সময়ে।

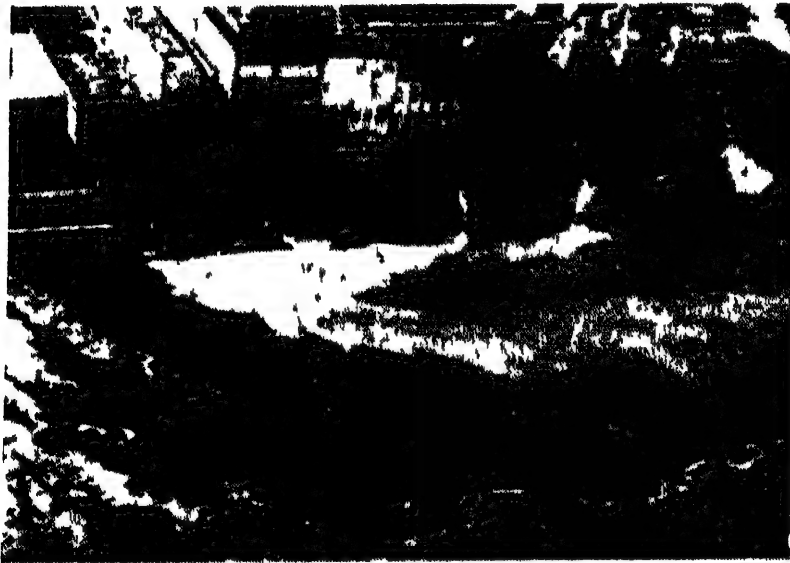
জল দূষিতকরণ

জীবনধারণের একটি প্রধান উপকরণ হচ্ছে জল। বহু বৈজ্ঞানিক শিল্প প্রবর্তনে পানীয় জলও কিভাবে দূষিত হচ্ছে, তার কিছু সংক্ষেপে বর্ণনা করা হবে এখানে।

কলকারখানার অশুভাত পদার্থবাহী নদীর জল এবং শহরের মলমূত্র ও আবর্জনাবাহী পরঃপ্রণালীর জল ইত্যাদি জলাশয়ে ও নদীতে গিয়ে পড়ে। তাতে এগুলির জল দূষিত হয় এবং ঐ জলে মৎস্তাদিও রোগগ্রস্ত হয়। এই সব মৎস্ত থেকে নানাবিধ রোগের বীজ মানুষের দেহে প্রবেশ করে। এখানে একটা দৃষ্টান্ত দেওয়া যাক—কানাডা হাডসন নদীর উপর ক্রার ও ক্রোরিন তৈরির একটি বিরাট কারখানা আছে।

বেশী পরিমাণ পারদযুক্ত মাছ সমূহ ক্ষতি করে। কানাডা সরকার হাডসন নদীর মাছ নিষিদ্ধ ঋতু বলে ঘোষণা করেছেন।

পরমাণু বোমা ও পারমাণবিক শক্তি সৃষ্টির জন্তে যে সব প্রতিষ্ঠান গড়ে উঠেছে, তাদের পরঃপ্রণালী থেকেও সমুদ্রের জল অহরহ নানাবিধ তেজস্ক্রিয় পদার্থের সংমিশ্রণে দূষিত হয়। ঐ জলের মৎস্তাদিও এই কারণে মানুষের ঋতু হিসাবে বিশেষ ক্ষতিকর হবার সম্ভাবনা।



2নং চিত্র

জলের দ্বারা পরিবেশ দূষিতকরণের তিনটি প্রধান উৎস পৌর সংস্থা,
শিল্প-প্রতিষ্ঠান ও কৃষিকার্ষের আবর্জনা।

ঐ কারখানার বহুল পরিমাণে পারদের ব্যবহার হয় Na-amalgam তৈরির জন্তে। তা থেকে কারখানার পরঃপ্রণালীতে পরিত্যক্ত ধোয়া জলে প্রতি বছর প্রচুর পরিমাণে পারদ ঝাছু পালিয়ে গিয়ে হাডসন নদীতে পড়ে। সম্প্রতি বিজ্ঞানীদের পরীক্ষার দেখা গেছে, হাডসন নদীর মৎস্তাদির দেহে, শতকরা 5 ভাগ পারদঘটিত পদার্থ রয়েছে। মানুষের ঋতু হিসাবে খুব

বহু কীটময় ও রোগবীজাণুনাশক রাসায়নিক পদার্থ এবং সার কৃষির কাজে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হচ্ছে। এদের অপব্যবহার বা অনিয়ন্ত্রিত ব্যবহার জমি ও কপালের পক্ষে যেমন ক্ষতিকর, তেমনি পশুপাখী ও মানুষের পক্ষেও কম ক্ষতিকর নয়। এভাবে দেখা যায় যে, বৈজ্ঞানিক শিল্পে মানুষের সুখসুবিধা ও স্বাস্থ্যরক্ষার উপায় যেমন একদিকে অপরিমিতভাবে বেড়ে উঠেছে,

ভেষ্মনি সঙ্গে সঙ্গে এথেকেও নানা বিপদ ও রোগের আশঙ্কা কম বাড়েনি। একথা হয়তো অনেক স্বীকার করবেন যে, শহরের অবস্থাপন লোকদের শিশুরা জন্ম থেকে নানাবিধ রোগে ভুগতে থাকে। প্রায় প্রত্যেক পরিবারে দেখা যায়, ডাক্তার ও বিবিধ ঔষধপত্রের ব্যবহার যেন বাড়ীতে লেগেই আছে। এর তুলনায় পল্লী-গ্রামে গরীব লোকদের শিশুদের স্বাস্থ্য দারিদ্র্য সত্ত্বেও অপেক্ষাকৃত ভাল। মুক্ত ও বিশুদ্ধ বায়ু এর একটি প্রধান কারণ।

দূষিত পরিবেশের প্রতিকার

দূষিত পরিবেশের প্রতিকারকল্পে নানাবিধ উপায় নির্দেশ বর্তমানে করা হচ্ছে। মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে এই সম্বন্ধে বহু গবেষণা ও অধ্যয়ন চলছে। এখানে এর কিঞ্চিৎ আলোচনা করে এবছরের উপসংহার করছি।

(১) আলানী করলা থেকে গন্ধক অপসৃত করতে পারলে SO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়ে বায়ুকে দূষিত করার কোন সম্ভাবনা থাকবে না। এই সম্বন্ধে বিজ্ঞানীরা বর্তমানে পরীক্ষা শুরু করেছেন।

(২) মোটর গাড়ী ও বাসের ইঞ্জিনে তেল না পুড়িয়ে বৈদ্যুতিক শক্তি প্রয়োগের ব্যবস্থা করতে পারলে বড় বড় শহরে বায়ু দূষিত হবার সম্ভাবনা কিছু কমে যাবে।

(৩) শহরাকলের গৃহস্থের বাড়ীতে করলার ব্যবহার ও প্রজনন সুনিয়ন্ত্রিত করতে পারলে বায়ুতে অক্সিজেনের মূলিকণা শরীরে প্রবেশের সম্ভাবনা কমে যাবে।

(৪) বায়ুকে বিশোধিত করার জন্তে বৈজ্ঞানিক শিল্প কারখানাবহুল শহরে নানাবিধ গাছপালা রোপণ একটা প্রশস্ত উপায়। এর ফলে বায়ুতে অক্সিজেনের পরিমাণের ব্যতিক্রম ঘটবার সম্ভাবনা কমে যায়।

(৫) কলকারখানার পরিত্যক্ত জল ও শহরের পয়ঃপ্রণালীর জল জলাশয় ও নদীতে গিয়ে পড়বার আগে বৈজ্ঞানিক উপায়ে তাদের পরিশুদ্ধ করার প্রয়োজন আছে। শহরের পয়ঃপ্রণালীর জল পচনক্রিয়ার সাহায্যে অনেক সময় জমিতে সারের কাজ করে। এভাবে তার ব্যবহার করতে পারলে নদীর জল দূষিত হবার সম্ভাবনা কমে যায়।

(৬) কীটপতঙ্গ রাসায়নিক পদার্থগুলির সুনিয়ন্ত্রিত ব্যবহার এবং চাষের ক্ষেত্রে জীবাণু নাষ্ট করার জন্তে জীব-বিজ্ঞানের নির্দেশিত উপায় অবলম্বন দূষিত পরিবেশের প্রতিকারে সহায়তা করে।

(৭) শহরের লোকসংখ্যা নিয়ন্ত্রণ ও তাদের বিকেন্দ্রীকরণ দূষিত পরিবেশ প্রতিকারের একটি আবশ্যকীয় অঙ্গ।

আণবিক জীববিজ্ঞান

অঞ্জলি মুখোপাধ্যায়*

বৈজ্ঞানিক গবেষণার এক উচ্চতম পর্যায়ে পৌঁছে বৈজ্ঞানিকেরা এখন দেখছেন যে, আগেকার দিনে বিজ্ঞানকে যে ভাবে আলাদা আলাদা করে দেখা হতো—যেমন প্রাকৃতিক বিজ্ঞান বা Natural sciences বলতে পদার্থ-রসায়ন-ভূবিজ্ঞান বোঝায়, যার মারফৎ আমরা জড় জগতের খবর পাই, আর প্রাণ-বিজ্ঞান বা Life sciences বলতে প্রাণিবিজ্ঞান, উদ্ভিদবিজ্ঞান বোঝায়, যার মারফৎ আমরা জীবন্ত জগতের খবর পাই—এমন পরম্পরের সঙ্গে যোগাযোগহীন, বিচ্ছিন্ন ভাবে বিজ্ঞানকে আর দেখা যায় না বা ব্যবহারও করা যায় না।

দৃষ্টিভঙ্গীর এই পরিবর্তনের কলেই সকল বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে নতুন ভাবধারার সঙ্গে সঙ্গে নতুন পথেরও প্রবর্তন হয়েছে। জীববিজ্ঞান

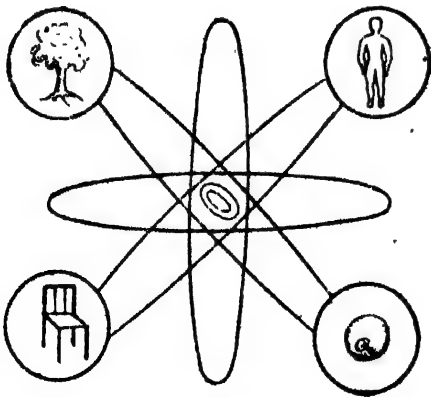
গুরুত্বপূর্ণ হলো আণবিক জীববিজ্ঞান বা Molecular biology-র গবেষণা।

এই বিশ্বের সকল বস্তুই—সে জীবন্ত বা জড়, জৈব বা অজৈব যাই হোক না কেন, মূলতঃ অণু-পরমাণু দিয়েই তৈরি (1নং চিত্র)। জড়ের সঙ্গে জীবনের ঘনিষ্ঠ সংযোগ আছে, কারণ জড়ের উপাদানেই জীবনের সৃষ্টি। জড়-উপাদানের গঠনশৈলীর আণবিক বিশ্লেষণ বহু দিন ধরেই পদার্থ ও রসায়নবিজ্ঞান সাহায্যে করা হয়েছে ও হচ্ছে।

আণবিক জীববিজ্ঞান মূল উদ্দেশ্য

আণবিক জীববিজ্ঞান মূল উদ্দেশ্য হলো, জীবনের যেগুলি অবিভাজ্য (Irreducible) লক্ষণ, আণবিক স্তরে সেগুলিকে জানতে বা বুঝতে চেষ্টা করা। এই লক্ষণগুলি হলো, বংশপরম্পরায় বয়ে আসা প্রাণধারার যে প্রবাহ বা জিন-সম্পত্ত বস্তুর বিভাজন, প্রাণিদেহের প্রধান উপাদান প্রোটিন সংশ্লেষণ ও প্রোটিনের ক্রিয়া এবং আণবিক স্তরে শক্তির সঞ্চালন। এই ক্রিয়াগুলিকে জৈব রসায়ন ও জৈব পদার্থবিজ্ঞান সাহায্যে রাসায়নিক ও ভৌতিক গুণাগুণ মারফৎ আণবিক পর্যায়ে বিশ্লেষণ করাই হলো আণবিক জীববিজ্ঞান গবেষণার অন্ততম প্রধান ধারা।

জীববিজ্ঞান সবচেয়ে বিস্তারকর ব্যাপার বোধ হয় জীবন্ত জিনিসের এত বৈচিত্র্য। সংখ্যা দিয়ে বোঝাতে হলে বলা যায়, পৃথিবীতে অন্ততঃ 15 লক্ষের মত জীবের প্রজাতির অস্তিত্ব আছে।



1নং চিত্র

সকল বস্তুই অণু-পরমাণু দিয়ে তৈরি।

বেলায় গবেষণার যে সব নতুন নতুন উৎসমুখ উন্মোচিত হয়েছে, সেগুলির মধ্যে অন্ততম এবং

*সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার কিজিগ, কলিকাতা-9

কিন্তু আণবিক জীববিজ্ঞান গবেষণা দেখিয়ে দিয়েছে যে, আরও বিস্ময়কর ঘটনা হলো, এত প্রচণ্ড বিভিন্নতার মাঝেও—সে হোক না কেন উচ্চস্তরের প্রাণী বা উদ্ভিদ, ব্যাক্টেরিয়া বা ভাইরাস—আণবিক স্তরে কতকগুলি মৌলিক একতা বা সাম্যও সেখানে আছে।

জীবদেহের সাংগঠনিক মালমশলা

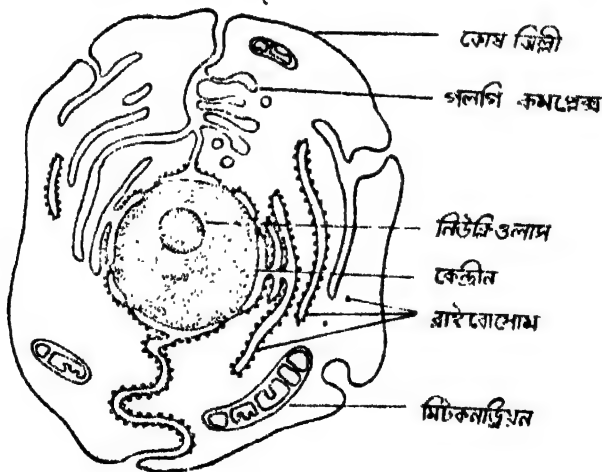
জীবদেহে যে যে মৌলিক পদার্থগুলি পাওয়া যায়, সেগুলি খুব জটিল আণবিক বোঁগ হিসাবেই বর্তমান থাকে। এদের জৈব ও অজৈব দুই ভাগে ভাগ করা যায়। অজৈব বোঁগের প্রধান হলো জল, বা জীবদেহে থাকে শতকরা 66-90 ভাগ। জৈব পদার্থগুলি হলো 1—কার্বোহাইড্রেট, 2—লিপিড, 3—প্রোটিন, 4—নিউক্লিওটাইড, 5—ভিটামিন। এছাড়াও থাকে জৈব অ্যাসিড, অ্যালকোহল ও স্টেরয়েড।

সকল জীবদেহই তৈরি হয় কোষ দিয়ে (2নং চিত্র)। আর এই কোষগুলি তৈরির প্রধান

আর বহুকোষী প্রাণী—যেমন আমরা—এখানে বহু রকমারী কোষের সমষ্টিতে গড়ে উঠেছে আমাদের জটিল দেহবস্তু। বৈজ্ঞানিকেরা দেখিয়েছেন—প্রতিটি জীবের এই যে বিভিন্নতা, এক বিশেষ ধারায় গড়ে ওঠা—কে কি হবে এবং কেমন ভাবে হবে—এ সবই ঠিক করে দেয় জীবদেহের কোষের কেন্দ্রীণ (Nucleus) অবস্থিত নিউক্লিক অ্যাসিড। এই অ্যাসিড দু-রকমের হয়, ডিঅক্সিরাইবো-নিউক্লিক অ্যাসিড বা ডি এন এ (D N A) আর রাইবোনিউক্লিক অ্যাসিড বা আর এন এ (R N A)। এই D N A, R N A এবং প্রোটিন হলো জীবদেহের অতি প্রয়োজনীয় বৃহদণু (Macromolecule)।

D N A থেকে প্রোটিন সংশ্লেষণ

এই প্রবন্ধে D N A থেকে প্রোটিন সংশ্লেষণ সম্বন্ধে কিছু আলোচনা করা হয়েছে। আগেই বলা হয়েছে যে, জীবদেহ তৈরির প্রধান মালমশলা হলো বিভিন্ন প্রোটিন। এই যে প্রোটিনের



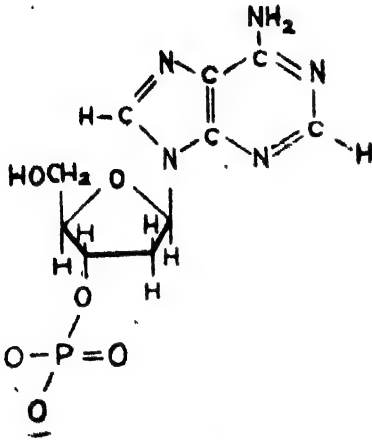
2নং চিত্র

একটি জীবকোষ।

মালমশলা হলো বিভিন্ন প্রোটিন। এককোষী রকমারি—তার সমস্ত রাসায়নিক সঙ্কেত কিন্তু প্রাণী—যেমন আমরা—তার দেহে থাকে একটি নিহিত আছে D N A-র মধ্যে। আমরা যে কোষ, সেই একটি কোষই সর্ব-কর্মবিশারদ। নিউক্লিওটাইডের কথা উল্লেখ করেছি আগে, সেই

একাধিক নিউক্লিওটাইডের সংযোগে একটি D N A-র অণু তৈরি হয়।

আবার একটি নিউক্লিওটাইডে আছে একটি নাইট্রোজেনযুক্ত বেস, একটি শর্করা এবং একটি কস্করিক অ্যাসিডের অণু (3নং চিত্র)।

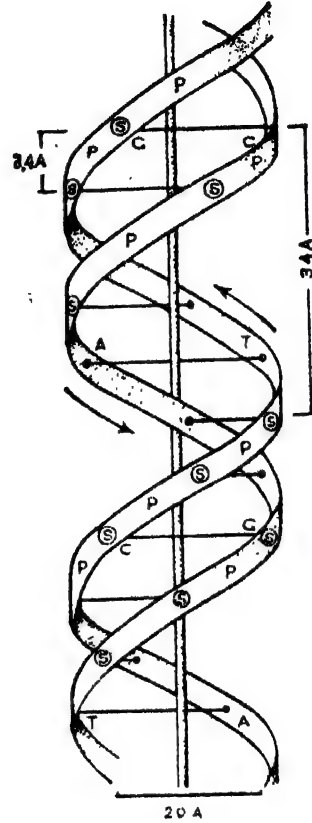


3নং চিত্র

একটি নিউক্লিওটাইড—এতে আছে বেস (Adenine), শর্করা (Deoxyribose) এবং একটি কস্করিক অ্যাসিডের অণু।

D N A-র শর্করা হলো deoxyribose আর R N A-র শর্করা হলো ribose। একটি D N A অণু খুব লম্বা সূতার মত হয় এবং তাতে 60 থেকে 100,000টিরও বেশী নিউক্লিওটাইড থাকতে পারে। বেশীর ভাগ D N A অণুতেই দু-নরী (Double strand) সূতার মত পরস্পরের সঙ্গে থাকিয়ে থাকে। D N A-র কস্করিক অ্যাসিড এবং শর্করা একই রকম হয়, কিন্তু বেস থাকে চার রকমের—Adenine, Cytosine, Guanine, এবং Thymine—ছোট করে বলা হয় A, C, G, T। এক নরীতে A থাকলে তার অপর দিকের নরীতে থাকবে T এবং একদিকে C থাকলে অপর দিকে থাকবে G। পরস্পরের সঙ্গে এরা শাইড্রোজেন বন্ধনী (Hydrogen band) দ্বিধে লাগে থাকে। সব মিলিয়ে দেখতে হয় অনেকটা

দড়ির মৈ-কে বেন থাকিয়ে দেওয়া হয়েছে ঘোরানো সিঁড়ির মত (4নং চিত্র)। কি ভাবে পর পর এই A C G T সাজানো আছে, তার উপরই বিভিন্ন জীবের D N A-র বিভিন্নতা নির্ভর করে।



4নং চিত্র

ঘোরানো সিঁড়ির মত দু-নরী DNA। থাকের একমাথা থেকে আর একমাথায় দূরত্ব 34 অ্যাংস্ট্রম (34Å) এবং পাশাপাশি দুটি বেসের দূরত্ব হলো 3'4 অ্যাং। দুটি নরীর পরস্পরের মাঝের দূরত্ব হলো 20 অ্যাং। S এবং P হলো শর্করা ও কস্করিক অ্যাসিড এবং ACGT হলো বেস।

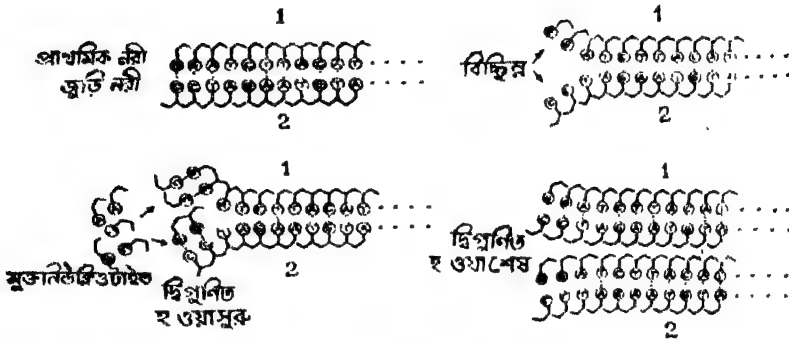
একে বলা হয় বেস সজ্জাক্রম বা base sequence। যে কোন জীবের D N A-তে A-র পরিমাণ সকল সময়ই T-র সমান হয় এবং C-র পরিমাণ G-র সমান। একটি D N A অণুতে বহু-

সংখ্যক A C G T থাকে এবং তাদের combination-এ বহু রকম D N A হতে পারে।

কোষের কেন্দ্রীয়ে যে বংশবৃত্ত (Chromosome) থাকে, তা হলো বিরাট লম্বা D N A অণু (এই D N A-র সঙ্গে প্রোটিনও যুক্ত থাকে) এবং এক-একটি জিন হলো এই অণুরই ছোট ছোট অংশবিশেষ। প্রোটিন তৈরির কাজের নির্দেশ দেয় জিনগুলিই এবং জীবের যা কিছু দৈহিক এবং চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য, তা নিয়ন্ত্রিত হয় এই জিনের সাহায্যে।

কোষ-বিভাজনের সময় A-T এবং C-G-র

সঙ্গে প্রোটিনের সঙ্গে কি সম্পর্ক। প্রোটিন বহু রকমের হয় এবং জীবদেহে তাদের ক্রিয়া-বিক্রিয়াও অনেক রকমের। যেমন, আমাদের চোখের কোষগুলি যে প্রোটিন দিয়ে তৈরি, তা থেকে আমাদের পেশী বা কিডনীর কোষের প্রোটিন উপাদান সম্পূর্ণ ভিন্ন। কতকগুলি বিশেষ প্রয়োজনীয় প্রোটিনকে বলা হয় এনজাইম (Enzymes)—এগুলি জৈব অম্লমণ্ডকের কাজ করে থাকে। সব প্রাণীই পারিপার্শ্বিক থেকে এই রকম কতকগুলি এনজাইম অণুটিত রাসায়নিক বিপাকের মাধ্যমে তাদের শক্তি আহরণ করে থাকে। Adenosine triphosphatase নামে



৫নং চিত্র

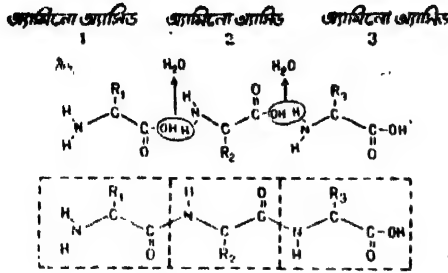
পুরনো DNA থেকে নতুন DNA তৈরি হচ্ছে। এখানে শেষের ছবির (১) ও (২) সংখ্যা পুরনো DNA নরীকে বোঝাচ্ছে। এই (১) ও (২) চিহ্নিত নরীর সঙ্গে নতুন তৈরি নরী যুক্ত হয়ে দু-দোড়া DNA নরী তৈরি হলো।

মাঝের হাইড্রোজেন বন্ধনীগুলি ভেঙে যায় এবং D N A-র দুটি নরী আলাদা হয়ে যায়। এর পর এক-একটি নরী পারিপার্শ্বিক থেকে মুক্ত-নিউক্লিওটাইড গ্রহণ করতে থাকে এবং তার ফলে দুটি নতুন পূর্ণাঙ্গ D N A নরী তৈরি হয়। এদের একটি করে অংশ পুরনো D N A অণু থেকে এসেছে, অপরটি নতুন তৈরি হলো (৫নং চিত্র)। এভাবেই D N A অতি বিশ্বস্তভাবে জিন-সম্প্রদায় বাবতীর ব্যবস্থা নতুন কোষের মধ্যে পাঠিয়ে দেয়। এখন দেখা যাক, D N A-র

একটি এনজাইমের সাহায্যে পেশী-সঙ্কোচন ক্রিয়া নিয়ন্ত্রিত হয় আর দেহের মধ্যে অক্সিজেনের মত ছোট অণু চলাচলে সাহায্য করে haemoglobin নামে একটি প্রোটিন। DNA অণু তৈরির কাজে DNA-polymerase নামে এনজাইমটি খুবই প্রয়োজনীয়।

প্রোটিন তৈরি হয়েছে কতকগুলি ছোট ছোট একক দিয়ে—তাদের বলা হয় peptides—আবার এগুলি তৈরি হয়েছে অ্যামিনো অ্যাসিড (Amino acid) দিয়ে। আবশ্যকীয় (Essential)

অ্যামিনো অ্যাসিডের সংখ্যা হলো 20। অ্যামিনো অ্যাসিডগুলি পরস্পরের সঙ্গে পেপ্‌টাইড বন্ধনীর সাহায্যে যুক্ত থাকে। এই রকম পর পর ছুটি যুক্ত থাকলে বলা হয় dipeptide, তিনটিকে tripeptide (6নং চিত্র) এবং আরও বেশী হলে polypeptide। একটি প্রোটিন অণুতে একটি বা অনেকগুলি polypeptide chain থাকে।



6নং চিত্র
একটি ট্রাইপেপ্‌টাইড শেকল।

DNA-র মধ্যেই কোন্ কোষে কেমন প্রোটিন হবে, তার সঙ্কেত নিহিত আছে। অনেক গবেষণার পর বৈজ্ঞানিকেরা দেখেছেন, DNA-র যে ACGT বেসগুলি আছে, সেগুলির তিনটি করে একত্রে নিলে বিশেষ একটি অ্যামিনো অ্যাসিড তৈরির সঙ্কেত হয়। এখন অনেক রকমভাবে এই 'ত্রয়ী'কে সাজানো যায়—যার কলে সব অ্যামিনো অ্যাসিডের সঙ্কেতই এর মধ্য থেকে পাওয়া গেছে। এই ত্রয়ীকে বলা হয় triplet code।

RNA-র দৌত্য

DNA সরাসরি কেনের বাইরে এই সঙ্কেত পাঠাতে পারে না—তাকে আগে একটি এক নরী (Single strand) RNA তৈরি করতে হয়। RNA-এর বেসগুলির মধ্যে T-র জায়গায় থাকে Uracil বা U, আর শর্করার (Ribose sugar) ডকাডের কথাও বলা হয়েছে। এই

RNA-কে তার কাজ অহুসারে 2/3 রকম নাম দেওয়া হয়েছে; যেমন—messenger RNA (m-RNA), transfer RNA (t-RNA) ইত্যাদি। DNA-র একটি নরীর ছাঁচের অহুনিপি হয়ে (যেখানে TTG আছে, সেখানে হবে AAC) একটি m-RNA কেনীনের ঝিল্লী ছিহ্ন (Membrane pore) দিয়ে বেরিয়ে আসে এবং কোষের মধ্যে সাইটোপ্লাজমে অবস্থিত রাইবোসোম নামে অতি ক্ষুদ্র এক রকম বস্তুর সঙ্গে যুক্ত হয়। এই রাইবোসোমের মধ্যেও একরকম RNA আছে। একগুচ্ছ রাইবোসোমকে বলা হয় পলিসোম (Polysome)। প্রোটিন সংশ্লেষণ এখানেই শুরু হয়, বলা যায় এরা প্রোটিন তৈরির কারখানা। এখন এই কাজে সাহায্য করে t-RNA। একটি করে অ্যামিনো অ্যাসিড সঙ্কেতের একক (Coding unit) এই t-RNA-র সঙ্গে যুক্ত থাকে। এখন যে polypeptide chain-টি তৈরি হচ্ছে, t-RNA-র সাহায্যেই একটি করে অ্যামিনো অ্যাসিড তার কাছে পৌঁছে যায়। একটি অ্যামিনো অ্যাসিডের সাঙ্কেতিক বেস ত্রয়ীকে বলা হয় একটি কোডন (Codon) (7নং চিত্র)। তাহলে দেখা যাচ্ছে DNA-র সঙ্কেত থেকে অ্যামিনো অ্যাসিড তৈরি হয়, আবার এই অ্যামিনো অ্যাসিডগুলি যুক্ত হয়ে polypeptide chain তৈরি করছে এবং তারপর তৈরি হচ্ছে প্রোটিন। পারিপার্শ্বিক প্রতিকূলতা, যেমন—অতি-বেগুনী রশ্মির বা তেজস্ক্রিয় বিকিরণের প্রভাব কিধা কোন রাসায়নিক ক্রিয়ায়—যদি এই সঙ্কেতে কোন ভুল হয়, তখন ঘটে পরিব্যক্তি বা gene mutation।

DNA-ই যে বংশগতির (তথা জীবদেহের) মূল ধারক, তা ব্যাঙিরিয়া এবং ডাইরাস নিয়ে বহু গবেষণার প্রমাণিত হয়েছে এবং একথা উচ্চতর প্রাণীর ক্ষেত্রেও বহুলাংশে ঠিক বলেই দেখা গেছে।

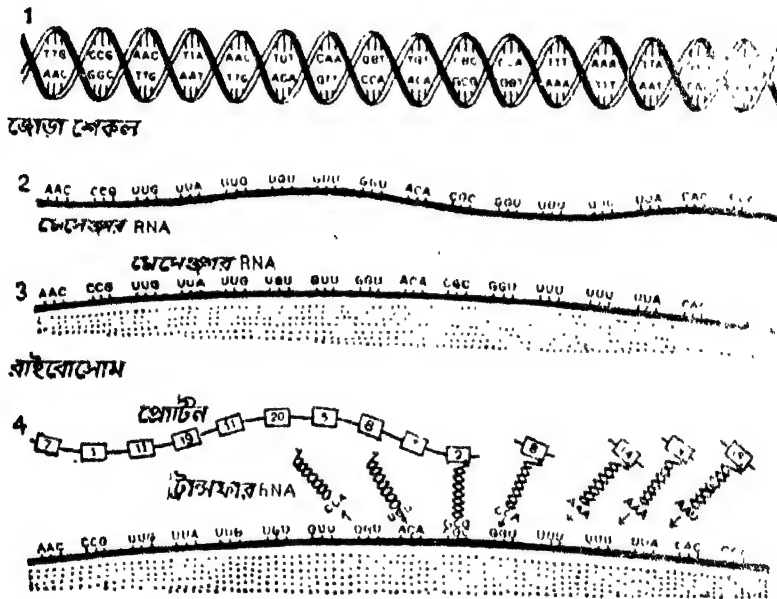
পূর্বের ধারণা অনুযায়ী DNA একমাত্র

কোষের কেন্দ্রীনেই থাকতে পারে, কিন্তু আধুনিক গবেষণায় দেখা যাচ্ছে যে, কেন্দ্রীনের বাইরেও—কোষের ভিতরে সাইটোপ্লাজমে—DNA পাওয়া যায়। কোষের এক রকম ক্ষুদ্র অঙ্গ (Organelle) আছে, বাকের মিতকণ্ডিরা (Mitochondria) বলে—এরা Oxygen reduction-এ সাহায্য করে। এদের মধ্যে এক রকম DNA পাওয়া গেছে, যেগুলি দুই মুখ বদ্ধ মালার মত হয়—

বেশী উল্লেখযোগ্য, তাঁরা হলেন J. D. Watson, T. H. C. Crick এবং M. H. F. Wilkins। কোষবিমুক্ত DNA নিয়ে Wilkins-এর X-ray diffraction-এর কাজের উপর ভিত্তি করেই DNA-এর Watson-Crick model আজ বিশ্ববিখ্যাত।

জৈব অণুর মধ্যে শক্তির সঞ্চালন

উদ্ভিদ-জগতের একটি খুব প্রয়োজনীয় ঘটনা



৭নং চিত্র

DNA থেকে RNA মারফৎ প্রোটিন সংশ্লেষণ। (1) DNA-র জোড়া শেকল থেকে (2) মেসেঞ্জার RNA-র একটি শেকল তৈরি হয়ে (3) রাইবোসোমের সঙ্গে মিলিত হলো। (4) এথেকে এবার তিনটি করে বেস নিয়ে তৈরি অ্যামিনো অ্যাসিডের সঙ্কেত ট্র্যান্সকার RNA পৌঁছে দিচ্ছে পলিপেপটাইড শেকলের কাছে। এবার তৈরি হলো প্রোটিন অণু।

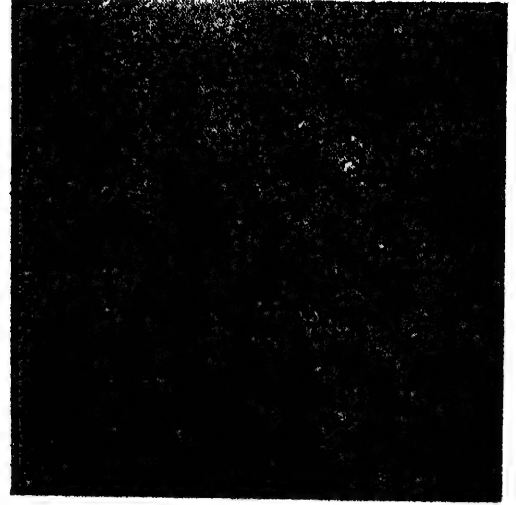
খোলা মুখ থাকে না। ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে কোষবিমুক্ত DNA-র ছবি দেখতে পাওয়া সম্ভব হয়েছে (৪নং চিত্র)। Ultracentrifuge যন্ত্রের সাহায্যে বহু DNA, RNA এবং প্রোটিনের আণবিক ওজনও জানতে পারা গেছে।

DNA অণুর সম্ভাব্য গঠন সম্পর্কে গবেষণায় আস্তে আস্তে তিনজন বৈজ্ঞানিকের নাম সবচেয়ে

আলোক-সংশ্লেষণ (Photosynthesis) সম্পর্কে আণবিক জীববিজ্ঞান গবেষণা অনেক নতুন তথ্য দিয়েছে। উদ্ভিদ-কোষের সাইটোপ্লাজমের মধ্যে ক্লোরোপ্লাস্ট নামে ছোট ছোট কতকগুলি অঙ্গ আছে, আর তাতে আছে ক্লোরোফিল নামে এক রকম লিপিড অণু। আলোক-সংশ্লেষণের কাজে ক্লোরোফিল অণুই সাহায্য করে। ক্লোরো-

কিন যখন আলোক শোষণ করে, তখন তাদের অন্তর্নিহিত শক্তির পরিমাণ স্বাভাবিক অবস্থার চেয়ে বেশী হয়ে যায় এবং এই অণুগুলিকে তখন উত্তেজিত অণু বলা হয়। এর কালে

এই রোগের কারণ জানবার জন্তে যে গবেষণা চলেছে, তাতে নানাভাবে আণবিক জীববিজ্ঞান প্রয়োগ করা হচ্ছে। কর্কটরোগের প্রধান লক্ষণ হলো জীবকোষের অনিয়ন্ত্রিত বিভাজন—আর



8 (ক) নং চিত্র

8 (খ) নং চিত্র

স্পঞ্জ-কোষ থেকে নিষ্কাশিত DNA-র চিত্র। ইলেকট্রন অণুবীক্ষণে গবেষণাগারে লেখিকা কর্তৃক গৃহীত। (ক) লম্বা DNA-র ছবিটি প্রায় 12,000 গুণ এবং (খ) মালার মত DNA-র ছবিটি 23,000 গুণ বর্ধিত করে দেখানো হয়েছে।

অণুগুলি খুব প্রতিক্রিয়াশীল অবস্থার থাকে এবং সহজেই অন্য যোগে তাদের শক্তি সঞ্চালিত করে দিতে পারে। এসব প্রতিক্রিয়ার একটি প্রধান ফল হলো কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং জলকে শক্তিসমৃদ্ধ জৈব পদার্থে (Organic matter) রূপান্তরিত করা।

চিকিৎসা-বিজ্ঞানে আণবিক জীববিজ্ঞান প্রয়োগ

আণবিক জীববিজ্ঞান গবেষণা প্রযুক্তি-বিজ্ঞানেও নানানভাবে সাহায্য করেছে। এর মধ্যে অন্যতম হলো চিকিৎসা। আণবিক রোগের (Molecular disease) মধ্যে কর্কটরোগ আজ সব বেশের বৈজ্ঞানিকদের তাবিরে তুলেছে।

কোষ-বিভাজনের সঙ্গে অস্বাভাবিকভাবে জড়িত হলো DNA, RNA এবং প্রোটিন। কোন কোন বৈজ্ঞানিক মনে করেন যে, একমুখী প্রবাহ হয়তো কোন কারণে বিপরীতমুখী হয়ে যায়, DNA-র কোন ভুল সঙ্কেতের জগ্রে কোষ-বিভাজনের বন্না আঁরা হয়ে যায়। কেমন করে তাকে আবার নিয়ন্ত্রণে আনা যাবে? এই প্রশ্নের জবাব দেবার চেষ্টা বৈজ্ঞানিকেরা এখন করছেন।

খোঁরানার জিন সংশ্লেষণের সকল গবেষণা বৈজ্ঞানিকদের মনে এখন এই আশাই জাগ্রত করেছে যে, খুব নিকট না হোক, অদূর ভবিষ্যতেও এই সংশ্লেষিত বা কৃত্রিম জিন অনেক দুঃস্বপ্ন ব্যাধি সারিয়ে তুলতে সাহায্য করবে।

অলৌকিক সংখ্যা ও পাই

কমা মুখোপাধ্যায়

আমরা যখন প্রথম সংখ্যা গুণতে শিখি—সূর্য করি পূর্ণ সংখ্যা দিয়ে। তারপর শিখি সরল ভগ্নাংশ। মানব ইতিহাসের শৈশবেও আদি মানব প্রথম পূর্ণ সংখ্যা দিয়েই সংখ্যা গণনা শুরু করেছিল; তারপর এসেছিল ভগ্নাংশ। আজকাল স্কুলে পঞ্চম বা ষষ্ঠ শ্রেণীতেই ঋণাত্মক সংখ্যা শেখানো হয়। গণিতশাস্ত্রের কালানুক্রমিক স্তরীতে ঋণাত্মক সংখ্যার স্থান কিন্তু অনেক পরে। তার আগে করণী (Surd) এসে গেছে।

পূর্ণ সংখ্যা আর ভগ্নাংশ (ঋণাত্মক এবং ঋণাত্মক) নিয়ে যে সংখ্যাগোষ্ঠী তৈরি হলো, তাকে বলা হয় মূলদ রাশি (Rational number)। এক কথায় বলা যায়, যে সংখ্যাকে $\frac{p}{q}$ রূপে—যেখানে p এবং q উভয়েই পূর্ণ সংখ্যা—লেখা যায়, তাকে মূলদ সংখ্যা বা রাশি বলে। তারপর গণিতজ্ঞরা দেখলেন বাস্তব ক্ষেত্রে আমরা এমন কতগুলি সংখ্যা পাই, যাদের $\frac{p}{q}$ রূপে লেখা যায় না, যেমন $\sqrt{2}$ । পিথাগরাসের উপপাত্ত (একটি সমকোণী ত্রিভুজের

দৈর্ঘ্য হবে $\sqrt{2}$ একক। যে কোন মূলদ রাশিকে একটি সসীম বা আবৃত্ত দশমিকরূপে প্রকাশ করা যায়; যেমন—

$$\frac{1}{2} = .5, \frac{1}{3} = .3 \text{ অর্থাৎ } .3333 \dots$$

$$\frac{1}{25} = .04, \frac{1}{7} = .142857$$

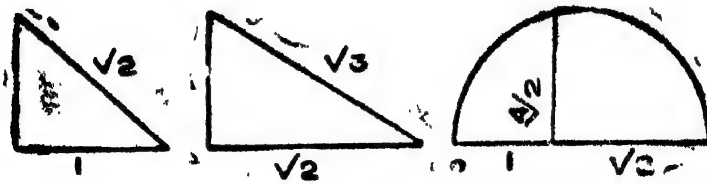
কিন্তু $\sqrt{2}$ কে দশমিকের সাহায্যে প্রকাশ করতে গেলে দশমিক বিন্দুর পরের অঙ্কগুলি কখন শেষ হয় না বা পৌনঃপুনিক হয় না।

$$\sqrt{2} = 1.414248 \dots$$

এই জাতীয় রাশিগুলিকে বলা হয় অমূলদ রাশি।

$$\sqrt[3]{3}, \sqrt[5]{45}, \sqrt{\sqrt{2}+\sqrt{3}} \text{ ইত্যাদি সব}$$

অমূলদ রাশি। এই রাশিগুলির অভূত চরিত্র বোধ হয় সে যুগের গণিতজ্ঞদের খুব বিস্মিত করেছিল। তাই তাঁরা এদের নাম দিলেন সার্ড (Surd)। কথিত আছে করণী বা সার্ডের আবিষ্কারকে অতিনন্দিত করার জন্যে পিথাগরাসের শিষ্যেরা এক-শ'টি বাঁড় বালি দিয়েছিলেন তাঁদের দেবতার কাছে।



১নং চিত্র

অতিভুজের উপর অঙ্কিত বর্গক্ষেত্র অপর দুই বাহুর উপর অঙ্কিত বর্গক্ষেত্রের সমষ্টির সমান) অনুসারে কোন সমকোণী ত্রিভুজের দুই বাহুর দৈর্ঘ্য যদি এক একক করে হয়, তবে অতিভুজের

এই দুই শ্রেণীর মূলদ ও অমূলদ রাশি নিয়ে যে সংখ্যা গোষ্ঠী তৈরি হলো, তাদের বলা হয় বাস্তব রাশি।

$$\text{সেই যুগে করণী বলতে } \sqrt{2}, \sqrt{3}, \sqrt{\sqrt{2}+\sqrt{3}},$$

$\frac{1}{2}, \sqrt{726}$ এই ধরনের রাশিগুলিকেই যে অস্থগাত স্থিতি করে, তাকে বলা হয় π (পাই)।

বোঝাতো, বাদ্যের কলার এবং কম্পাসের সাহায্যে আঁকা যায় (1নং চিত্র)।

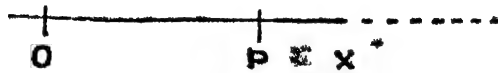
$$\pi = \frac{\text{পরিধি}}{\text{ব্যাস}}$$

$\frac{1}{2},$ বা $\frac{1}{2} \times 26$ ধরনের করণী সংখ্যাগোষ্ঠীতে স্থান পায় আরও পরে।

জ্যামিতিকভাবে বাস্তব রাশিগুলিকে বাস্তব বা X-অক্ষের বিন্দুগুলির ভূজের দ্বারা প্রকাশ করা যায়। যেনে করা যাক, যে কোন একটি অঙ্কভূমিক সরল রেখার উপর O একটি প্রবিন্দু (2নং চিত্র)।

বহুকাল ধরেই π -এর মান নির্ণয় আর বৃত্তকে বর্গায়িত করার চেষ্টা গণিতজ্ঞেরা করে আসছেন। এই সম্বন্ধে একটু ঐতিহাসিক অঙ্গসন্ধান বোধ হয় ক্রান্তিকর হবে না।

এই বিষয়ে সর্বপ্রাচীন যে দলিল পাওয়া যায়, তা হলো গ্রিগ প্যাপাইরাস, খৃঃ পূঃ 1650 অব্দের।



2নং চিত্র

এখন O থেকে যে কোন মূলদ বা অমূলদ করণী রাশির দূরত্বে OX-এর উপর একটি বিন্দু পাওয়া যায়। বিপরীত দিক থেকে, যদি P, OX-এর উপর যে কোন একটি বিন্দু হয়, তাহলে OP-এর দূরত্ব কি সব সময়ে মূলদ বা অমূলদ রাশির দ্বারা প্রকাশ করা যাবে? সাধারণভাবে, OX-এর উপর সমস্ত বিন্দুই কি মূলদ বা করণীর দ্বারা প্রকাশ করা যায়? মূলদ ও করণীগুলি পাবার পরে গণিতজ্ঞরা ভেবেছিলেন OX-এর উপরে সব বিন্দু-গুলিই বুঝি পাওয়া গেছে। কিন্তু পরে দেখা গেল, মূলদ রাশি ও করণী ছাড়া এমন কতকগুলি অমূলদ রাশি আছে, বাদ্যের অস্তিত্ব পণ্ডিতেরা আগে জানতেন না।

সমস্যাটা কোথা থেকে শুরু হলো বলি। অতি প্রাচীন একটি সম্প্রদায় বহু শতাব্দী ধরে গণিতজ্ঞদের ভাবিয়েছে—সেটি হলো কলার আর কম্পাসের সাহায্যে একটি বৃত্তের সমান ক্ষেত্রকল-বিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্র অঙ্কিত করা যায় কিনা। অস্থবিশ্য বটাছিল বৃত্তের ক্ষেত্রকলের π রাশিটি। সকলেই জানেন, বৃত্তের পরিধি ব্যাসের সঙ্গে

প্যাপাইরাসের লেখক বলেছেন—বৃত্তের ব্যাস থেকে $\frac{1}{8}$ অংশ কেটে বাদ দিয়ে অবশিষ্টাংশের উপর বর্গক্ষেত্র অঙ্কিত করলে তার ক্ষেত্রকল বৃত্তের ক্ষেত্রকলের সমান হবে। এই হুজ অঙ্গসারে π -এর মান পাওয়া যায় 3.16। [বর্তমানে π -এর মান 1000 দশমিক স্থান পর্যন্ত নির্দিষ্ট হয়েছে। 10 দশমিক স্থান পর্যন্ত মান $\pi = 3.1415926535 \dots$] বাইবেলে π -এর মান 3। আকিমিডিস (খৃঃ পূঃ 300 অব্দ) দেখালেন π $\frac{22}{7}$ আর $\frac{333}{106}$ -এর মধ্যে; অর্থাৎ $\pi = 3.1408 \dots$ থেকে 3.1428-এর মধ্যে; আকিমিডিস থেকে নিউটন-লাইবনিৎসের (সপ্তদশ শতাব্দী) আগে পর্যন্ত π -এর মান নির্ণয়ের চেষ্টা হয়েছে বৃত্তের অভ্যন্তরিত ও পরি-লিখিত স্তম্ভ বহুভুজের সাহায্যে। আমাদের দেশেও π -এর মান নির্ণয়ের চেষ্টা হয়েছে। আর্যভট্ট দিলেন $\pi = 3.14161$ । ভাস্করাচার্য হুটি আসন্ন মান দেন $\frac{108848}{34393} = 3.1416$ $3 \frac{1}{100} = 3.1416$ । নিউটন ও লাইবনিৎসের দ্বারা ক্যালকুলাস আবিষ্কৃত হবার পরে অসীম বোঁগ ও গুণজোড়ের দ্বারা π -এর মান নির্ণয়ের চেষ্টা শুরু হয়। ইংরেজ গণিতজ্ঞ

জন ওয়ালিসের দেওয়া একটি গুণশ্রেণী খ্যাতি অর্জন করে। সেটি হলো—

$$\frac{\pi}{2} = \frac{2}{1} \times \frac{3}{2} \times \frac{4}{3} \times \frac{5}{4} \times \frac{6}{5} \times \frac{7}{6} \times \dots$$

লাইবনিৎস দিলেন একটি যোগশ্রেণী—

$$\frac{\pi}{4} = 1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{4} - \frac{1}{6} + \frac{1}{8} - \frac{1}{10} + \dots$$

আরো দ্রুত অভিসারী (Convergent) শ্রেণীর সাহায্যে ইংরেজ গণিতজ্ঞ জাভন 707 দশমিক স্থান পর্যন্ত π -এর মান নির্ণয় করেন। কিন্তু একটা কথা এখানে অবান্তর হবে না যে, কলিত বিজ্ঞানে এই পরিশ্রমের বিশেষ কোন মূল্য নেই। দশ দশমিক পর্যন্ত π -এর মানের সাহায্যে পৃথিবীর পরিসীমা এক ইঞ্চির অতি ক্ষুদ্রাংশ পর্যন্ত নির্ণয় করা যায় এবং সমগ্র বিশ্বের জন্তে প্রয়োজন মাত্র ত্রিশ দশমিক স্থান পর্যন্ত।

π -এর মান আসন্ন করে তো নির্ণীত হলো, কিন্তু এখন প্রশ্ন হলো, বাস্তবরাশি গোষ্ঠিতে π -এর স্থান কোথায় হবে? বহু বছরের প্রচেষ্টাতেও যখন ক্রমার আর কম্পাসের সাহায্যে বৃত্তকে বর্গায়িত করা গেল না, তখন পণ্ডিতদের মনে হলো π নিশ্চয় এমন এক রাশি, যাকে করণীর দ্বারা প্রকাশ করা যায় না; অর্থাৎ π কোন বীজগাণিতিক সমীকরণের মূল হতে পারে না। বিষয়টি বুঝিয়ে বলি।

একটি সমীকরণ, যার রূপ এই রকম—

$$a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \dots + a_n = 0$$

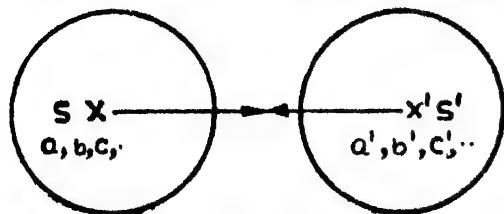
যেখানে a_0, a_1, \dots, a_n এবং n সব পূর্ণ সংখ্যা। তাকে বলা হয় বীজগাণিতিক সমীকরণ। $x+1=0$, $x^2+2x-3=0$, $3x^{10}+5x^{10}+x+2=0$ ইত্যাদি বীজগাণিতিক সমীকরণের উদাহরণ। যে সব রাশি বীজগাণিতিক সমীকরণের মূল হতে পারে, তাদের বলা হয় বীজগাণিতিক রাশি। বাস্তবীয় মূলদ ও করণী এই শ্রেণীভুক্ত। 1794 খৃষ্টাব্দে গণিতজ্ঞ লেজেণ্ডার দেখালেন, π একটি অমের (Incommensurable) অমূলদ রাশি; অর্থাৎ করণীর মত π কে যদি দশমিকে প্রকাশ

করা যায়, তাহলে বতই অগ্রসর হই না কেন, কখন শেষ হবে না বা আবৃত্ত হবে না। তারপর 1882 খৃষ্টাব্দে লিওমান দেখালেন যে, শুধু তাই নয় π একটি বীজগাণিতিক রাশিও নয়। সুতরাং π শ্রেণীভুক্ত হলো এমন এক রাশিগোষ্ঠিতে, যাকে বলা হয় অলৌকিক বা ট্রান্সেনডেন্টাল (Transcendental) রাশি। এখন প্রশ্ন হলো এই— অলৌকিক রাশি কোন্‌গুলি? এক কথায়, 'যে বাস্তব রাশি বীজগাণিতিক নয়, তাই অলৌকিক।

এই অলৌকিক রাশির অস্তিত্বের কথা পণ্ডিতেরা আগে থাকতেই জানতেন। প্রকৃষ্ট উঠেছিল একটি সরল রেখা বা তলের উপর বত বিন্দু আছে, সবগুলিকেই কি বীজগাণিতিক রাশির দ্বারা প্রকাশ করা যায়? উত্তর দিলেন প্রথম ল্যাক্স (1844) অবিচ্ছিন্ন তথ্যংশের সাহায্যে অলৌকিক রাশির অস্তিত্ব প্রমাণ করে। কয়েক বছর পরে রুসমকে আবির্ভূত হলেন অসীম জোড়ের (Infinite set) যাহুকের ক্যান্টর। অনেক সহজ উপায়ে তিনি অলৌকিক রাশির অস্তিত্ব প্রমাণ করলেন।

বিষয়টি বুঝতে হলে আগে অল্প কয়েকটি বিষয়ের অবতারণা করতে হবে। আমরা জানি, পূর্ণ সংখ্যার সংখ্যা অসীম, তথ্যংশেরও তাই। কিন্তু আমাদের মনে হয়, যেহেতু যে কোন দুটি পূর্ণ সংখ্যার মধ্যে অসীম সংখ্যক ভগ্নাংশ আছে, [যেমন 1 আর 2 এর মাঝখানে, $1, 1\frac{1}{2}, 1\frac{1}{3}, 1\frac{1}{4}, 1\frac{1}{5}, \dots, 2$]। সুতরাং তথ্যংশের সংখ্যা নিশ্চয় পূর্ণ সংখ্যার চেয়ে বেশী। ক্যান্টর বললেন— না, পূর্ণ সংখ্যা আর তথ্যংশের সংখ্যা সমান। সমগ্র তার একটি অংশের চেয়ে বড়—একথা অসীম জোড়ের বেলায় ঠাটে, অসীমের বেলায় নয়। কি করে হলো? মনে করা যাক, S এবং S^1 দুটি জোড় আছে, যাদের পদগুলি যথাক্রমে a, b, c, d, \dots এবং $a^1, b^1, c^1, d^1, \dots$ । এখন, S এবং S^1 -এর পদসংখ্যা সমান বলা হবে তখনই

যখন S -এর একটি পদের জন্তে S^1 -এর একটি এবং একটি যাত্র পদ পাওয়া যাবে, আবার S^1 -এর একটি পদের জন্তে S -এর একটি যাত্র পদ পাওয়া যাবে। গণিতের ভাষায় একে বলা হয় ওরান-টু-ওরান করে সংগঠন বা একৈক সঙ্ঘ (3নং চিত্র)।



3নং চিত্র

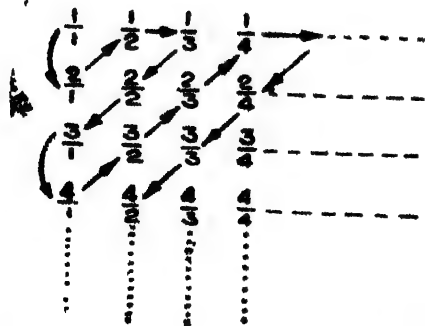
সমস্ত পূর্ণ সংখ্যা এবং সমস্ত স্থূখ সংখ্যা একরূপ দুটি জোড় উৎপন্ন করে। নীচের ছকটি থেকেই বিষয়টি পরিষ্কার হবে—

1	2	3	4	5
↑	↑	↑	↑	↑
↓	↓	↓	↓	↓
2	4	6	8	10

অনুরূপে পূর্ণ সংখ্যার বর্গগুলির সংখ্যা পূর্ণ সংখ্যার সঙ্গে সমান।

1	2	3	4
↑	↑	↑	↑
↓	↓	↓	↓
1	4	9	16

এর উপর ক্যান্টর দেখালেন, সমস্ত মূলদ সংখ্যার দ্বারা উৎপন্ন জোড়ের পদসংখ্যা পূর্ণ সংখ্যার জোড়ের পদসংখ্যার সমান। কারণ এই দুটি জোড়ের পদগুলির মধ্যে একৈক সঙ্ঘ দেখানো যায়। এর জন্তে সমস্ত মূলদ রাশিগুলিকে নিম্নলিখিতরূপে সাজাতে হবে—



উপরের ছকে প্রত্যেক পাংক্তিতে লবগুলি সমান এবং প্রতি স্তম্ভে হরগুলি সমান। এখন

পূর্ণসংখ্যার সঙ্গে একৈক-সঙ্ঘ স্থাপিত হবে পরপর তীর প্রদর্শিত পথে। অর্থাৎ—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

কাজেই প্রমাণিত হলো পূর্ণ সংখ্যা ও মূলদ-রাশির পদসংখ্যা সমান। ক্যান্টর এই সংখ্যার নমি দিলেন S (আলেক)। আলেক হিঙ্গ বর্গ-মালার প্রথম বর্গ (আমরা এখানে আলেককে S দ্বারা প্রকাশ করছি)। কিন্তু ক্যান্টর দেখলেন আরও এমন অসীম জোড় আছে, যাদের পদসংখ্যা আলেকের চেয়ে বেশী; অর্থাৎ অসীম জোড়গুলির মধ্যে পূর্ণ সংখ্যা বা মূলদ রাশির পদসংখ্যা ক্ষুদ্রতম। তাই সংখ্যাগুলির বিভিন্নতা প্রকাশের জন্তে S -কে করে দিলেন S_0 , আর অন্তঃগুলিকে প্রকাশ করলেন S_1 , S_2 রূপে। ক্যান্টর আবার দেখালেন কেবল মূলদ রাশিই নয়, সমস্ত বীজগাণিতিক রাশিগোষ্ঠীর পদসংখ্যাও S_0 ; অর্থাৎ সমস্ত বীজগাণিতিক রাশি পূর্ণ সংখ্যার সঙ্গে একৈক সঙ্ঘবিশিষ্ট। তাই যদি হয়, তাহলে বীজগাণিতিক রাশিগুলিকে প্রথম, দ্বিতীয় তৃতীয় ইত্যাদিভাবে সাজানো যাবে। মনে করা যাক—

প্রথম $x_1 = a_1, b_1, c_1, d_1, \dots$

দ্বিতীয় $x_2 = a_2, b_2, c_2, d_2, \dots$

তৃতীয় $x_3 = a_3, b_3, c_3, d_3, \dots$

চতুর্থ: $x_4 = a_4, b_4, c_4, d_4, \dots$

[এখানে x_1, x_2, \dots পূর্ণাংগ, a, b, \dots ভগ্নাংশের অন্তঃকগুলি]

এখন আমরা এমন একটি রাশি তৈরি করবো, যা এই বাবতীর বীজগাণিতিক রাশি থেকে তির। মনে করা যাক, রাশিটি Y । Y -এর দশমিক বিন্দুর পরের প্রথম অঙ্কের জন্তে প্রথম বীজগাণিতিক রাশির প্রথম অঙ্ক থেকে তির একটি অঙ্ক নেব; অর্থাৎ a_1 থেকে তির অঙ্ক,

মনে করা বাক, m_1 নিলাম। দ্বিতীয় অঙ্কের অন্তে দ্বিতীয় রাশির দ্বিতীয় অঙ্ক, অর্থাৎ b_2 থেকে ভিন্ন n_2 নিলাম। এভাবে কর্ণ (Diagonal) বরাবর অঙ্কগুলি বদলে বদলে নিলে আমরা যে রাশিটি পাব, সেটি প্রথম বীজগাণিতিক রাশি থেকে প্রথম অঙ্কে ভিন্ন, দ্বিতীয় থেকে দ্বিতীয় অঙ্কে ইত্যাদি। অর্থাৎ নবনির্মিত Y ।

$$Y = y \cdot m_1 n_2 l_3 \dots$$

রাশিটি বাবতীয় বীজগাণিতিক রাশি থেকে ভিন্ন।

কাজেই এটি একটি অলৌকিক রাশি। এই ভাবে অলৌকিক রাশির অস্তিত্ব প্রমাণিত হলো। এই পদ্ধতিকে ক্যান্টরের তীর্ধক-পদ্ধতি বলা হয়। ক্যান্টর আরও দেখালেন—এই অলৌকিক রাশিগোষ্ঠী পূর্ণ সংখ্যার সঙ্গে ঐকৈক সম্বন্ধবিশিষ্ট নয়, এদের সংখ্যা উন্নততর অসীম বা S_1 ।

এখন π যে অলৌকিক রাশি, তার প্রমাণের ক্ষেত্রে আর একটি অলৌকিক রাশির উল্লেখ অপরিহার্য, সেটি হলো প্রাকৃত লগারিথমের নিধান e । e -কে প্রকাশ করা হয় একটি অসীম অভিসারী শ্রেণীর দ্বারা—

$$e = 1 + \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \dots$$

$$[\angle n = n \times (n-1) \times (n-2) \times \dots \times 2 \times 1]$$

১৮৭৩ সালে গণিতজ্ঞ হারমাইট দেখালেন যে, e একটি অলৌকিক রাশি। তিনি প্রমাণ করলেন e

$$a_0 X^n + a_1 X^{n-1} + \dots + a_n = 0$$

এরূপ একটি বীজগাণিতিক সমীকরণের মূল হতে পারে না। এমন কি, তিনি এও দেখালেন— $a_0, a_1, a_2 \dots$ ইত্যাদি এবং n যদি পূর্ণ সংখ্যা না হয়ে বীজগাণিতিক রাশি হয়, তবে—

$$a_0 e^n + a_1 e^{n-1} + a_2 e^{n-2} + \dots + a_n = 0$$

হবে না।

হারমাইটের এই তথ্য এবং অরলারের প্রসিদ্ধ সূত্র $e^{2\pi i} - 1 = 0$ থেকে ১৮৮৫ সালে নিওম্যান অবিসংবাদীভাবে প্রমাণ করলেন যে, π একটি অলৌকিক রাশি। $e^{2\pi i} - 1 = 0$ -এর রূপ বীজগাণিতিক সমীকরণের অল্পরূপ। সুতরাং π বীজগাণিতিক রাশি হলে $e^{2\pi i} - 1 = 0$ হবে না।

বহু যুগের সমস্তার সমাধান হলো। বেছেছ π একটি অলৌকিক রাশি, ক্লার-কম্পাস তো দূরের কথা, বহু জটিল বক্ররেখার সাহায্যেও এমন কোন লেখ অঙ্কিত করা যায় না, যার বিন্দুগুলির কোটি (Ordinate) π -এর অপেক্ষক হবে। অতি সূক্ষ্মতম একজন ক্রশদেশীয় বক্রবিদ্ ইন্টেগ্রাল নামে একটি যন্ত্র আবিষ্কার করেছেন, যার সাহায্যে π -এর লেখ অঙ্কিত করা যায়।

সদা পরিচিত বক্ররেখাগুলির মধ্যে বৃত্ত সরলতম। কিন্তু এই সরলতার মধ্যে π নামক জটিলতাটি এমন ভাবে লুকানো আছে যে, তিতরে অন্বেষণ না করলে ধরা যায় না। এর মহিমার বুঝও অলৌকিক প্রাপ্ত হয়েছে।

মহাকর্ষের তরঙ্গ

বিমলেন্দু মিত্র*

মহাকর্ষ বললেই যে নাম দুটি প্রথমেই মনে পড়ে, তা হলো গ্যালিলিও ও নিউটন। মহাকর্ষের জন্মে আপেল মাটিতে পড়ে। মহাকর্ষের জন্মেই মহাবিশ্বে গ্রহ-নক্ষত্র কক্ষপথে ঘুরছে, অর্থাৎ মহাকর্ষই মহাবিশ্বের কাঠামো খাড়া রেখেছে। নিউটন মহাকর্ষের দক্ষ আকর্ষণের যে নিয়ম খাড়া করলেন, তা সকলেরই জানা। নিয়মটির বিশেষত্ব হচ্ছে—তা প্রায় কুলঙ্ক-প্রবর্তিত স্থির-বিদ্যুতের কেন্দ্রের আকর্ষণের নিয়মের মতই।

তারপরে 1916 সালে আইনস্টাইন প্রকাশ করলেন তাঁর সার্বজনীন আপেক্ষিকতাতত্ত্ব (Generalized Relativity)। সে যেন এক বিরাট বৈজ্ঞানিক বিপ্লব। Gamow-র ভাষায়—তা যেন উত্তর-দীর্ঘ এক ভাঙ্গমহল, বিজ্ঞান-জগতে নিজস্ব মহিমার স্বতন্ত্র হয়ে দাঁড়িয়ে আছে। তিনি দেখালেন, বিশ্বের বন্ধ কাঠামোর জন্মেই মহাকর্ষ। বজা এই যে, আইনস্টাইনের তত্ত্বের চেহারা আবার অনেকটা ম্যাক্সওয়েলের গড়া বিদ্যুৎ-চৌম্বক তরঙ্গের চেহারার মতই। আশ্চর্য নয় যে, আপেক্ষিকতাবাদ অনুযায়ী তত্ত্বের আকর্ষণ করতে গিয়ে আইনস্টাইন প্রমাণ পেলেন, মহাকর্ষ কেবল স্থির বলক্ষেত্র নয়, বরং যেমন ঐচ্ছাত্তিক আলোড়নে আলোক-তরঙ্গের উদ্ভব হয়, তেমনই পদার্থের ঘর্ষণশীল হলে মহাকর্ষ-তরঙ্গের জন্ম দেয়। আলোক-তরঙ্গ বিদ্যুৎ-চৌম্বক শক্তিকে এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় নিয়ে যায়—মহাকর্ষ-তরঙ্গ মহাকর্ষ-শক্তিকে ছড়িয়ে দেয়। স্বীকার করতে কতি নেই যে, ব্যাপারটা বেশ দুর্বোধ্য।

কথা হলো, এই যে মহাকর্ষ-তরঙ্গ কি মহা-

আকর্ষকের কল্পনা মাত্র, না এর অস্তিত্ব বস্তুজগতে রয়েছে? এর সম্ভাব্য উৎস কি কি হতে পারে? আইনস্টাইন নিজে বলেছিলেন—একটি ঘুরন্ত লাঠির কথা। একটি লাঠি মাঝখান বরাবর ধরে ঘোরালে এর বস্তুনিচর ক্রমাগতই ঘর্ষণশীল। এরকম ঘুরন্ত লাঠি থেকে মহাকর্ষ-তরঙ্গের উদ্ভব হবে। ঐ তরঙ্গ খুবই ক্ষীণ শক্তি (মহাকর্ষ-শক্তি) শুল্বে ছড়িয়ে দেবে। ঐ ক্ষীণতার মাত্রা কতটা? একটি হিসেবে দেখা যায় যে, এক মিটার লম্বা লাঠিকে যদি সম্ভাব্য বেগে ঘোরানো যায়, তবে তা থেকে প্রতি সেকেন্ডে মাত্র 10^{-50} আর্গ পরিমাণ শক্তি বিকিরিত হবে।

1918 সালের প্রবন্ধে আইনস্টাইন দেখালেন যে, মহাকর্ষ-তরঙ্গের গতিবেগ কিন্তু আলোর গতিবেগেরই সমান। এই ব্যাপারে সন্দেহ প্রকাশ করে প্রধানতঃ ব্রিটিশ বিজ্ঞানী এডিংটন অনেক প্রবন্ধ লিখেছিলেন। কিন্তু প্রমাণিত হয়েছে যে, ওদের গতিবেগ একই। আলোক-তরঙ্গ শূন্যের মধ্যে বহন ছড়িয়ে পড়ে, বহন করে নিয়ে যায় সে বিদ্যুৎ-চৌম্বক শক্তি। মহাকর্ষ-তরঙ্গ বহন করে নিয়ে যাচ্ছে মহাকর্ষীয় শক্তি। হিসাবে দেখা যায় যে, পৃথিবী পূর্বপ্রদক্ষিণকালে 0.001 ওয়াট শক্তি তরঙ্গাকারে ছড়িয়ে দিয়ে ব্যর করে। আলোর কোয়ান্টা বা শক্তিকণার চেহারা বৈজ্ঞানিকেরা জানেন। বিজ্ঞানী Dirac দেখালেন যে, মহাকর্ষ-শক্তিও শক্তি-কণিকা বা কোয়ান্টার চেহারায় কল্পনা করা যায়। Dirac ঐ শক্তি-কণার নাম দিলেন গ্র্যাভিটন (Graviton)।

আলোর কোয়ান্টার মতই গ্র্যাভিটনের শক্তিও (hv) এই ঠাঁকে প্রকাশ করা যায়—h হচ্ছে প্রাক্টের ধ্রুবক ও v হচ্ছে তরঙ্গের কম্পন-সংখ্যা।

এখন কথা হচ্ছে, বিশ্বব্রহ্মাণ্ডে সত্যিই মহাকর্ষ-তরঙ্গের কোন জোরালো উৎস আছে কিনা? সে ইঙ্গিতও আইনষ্টাইন দিয়েছিলেন। মহাকাশে জোড়া নক্ষত্র বা Binary Star এরকম শক্তির উৎস হতে পারে। জোড়া নক্ষত্র বেন লক্ষা বারবেলের দুই প্রান্তের দুটি ওজন, মাঝের লাঠিটি কাল্পনিক। বারবেল মাঝার চারদিকে ঘোরালে যেমন ওজন দুটি নিজেদের মধ্যের দূরত্ব বজায় রেখে পরস্পরে ঘূর্ণায়মান হয়, তেমনই জোড়া নক্ষত্র ঘুরে চলেছে। তাহলে এদের আইনষ্টাইনের ঘুরন্ত লাঠি হিসেবেও কল্পনা করা বাচ্ছে।

আরও একটি জোরালো উৎসের কথাও বলা হয়েছে। একটি বিশেষ অবস্থার নক্ষত্রের অভ্যন্তর ভাগ হঠাৎ সঙ্কুচিত হতে থাকে। তার ঘনত্ব প্রচণ্ডভাবে বেড়ে যায়। ফল এই যে, ঐ নক্ষত্রটি ভেঙ্গে পড়ে, বাকি বলা হয় Gravitational collapse। তারপরই আবার অবশ্য বিস্ফোরণ ঘটে বা Supernova-র সৃষ্টি হয়। বাহ্যিক, নক্ষত্রের অভ্যন্তর ভাগ যখন সঙ্কুচিত হতে থাকে, তখন ঐ অবস্থার প্রচুর মহাকর্ষ-শক্তি ছাড়া পায়। মহাকর্ষ-শক্তিই নক্ষত্রটির বাইরের উত্তাপ বাড়াতে থাকে এবং ছাড়া পাওয়া শক্তি তরঙ্গাকারেও বিকিরিত হতে পারে।

অন্ত একটি উৎসের কথাও কল্পনা করা হয়েছে। মহাবিশ্ব যদি একদা বিরাট বিস্ফোরণের ফলে সৃষ্টি হয়ে থাকে—বাকি পণ্ডিতেরা Big Bang Origin বলে থাকেন—তবে আদিতে সেই ব্রহ্মার অণু বিস্ফোটনের মহা আলোড়নে প্রচুর মহাকর্ষ-তরঙ্গ ছড়িয়ে পড়েছিল নিশ্চয়। তারই অবশিষ্ট বিধ্বস্তে এখনও হয়তো প্রবাহিত হচ্ছে।

আমরা আগেই ইঙ্গিত দিয়েছি যে, মহাকর্ষ-তরঙ্গের তীব্রতা অতিশয় ক্রীণ হতে বাধ্য। অন্তত শক্তির ক্রিয়ার তুলনার মহাকর্ষ-শক্তির ক্রিয়া কত ক্রীণ, তার একটা সহজ হিসেব তুলে ধরা যায়। ধরা যাক, আমাদের কাছে প্রোটন ও ইলেকট্রনের মাঝামাঝি ভরযুক্ত দুটি ক্ষুদ্র কণিকা রয়েছে, বাদের মধ্যে বিপরীত আধান। আধানের পরিমাণ—ইলেকট্রন-আধানের সমান বা 4.77×10^{-10} e. s. u.। ওদের মধ্যে বৈদ্যুতিক আকর্ষণ $\frac{e^2}{r^2}$, কারণ কুলম্ব-এর (Coulomb) আইন তাই বলছে। আবার নিউটনের আইন অনুযায়ী মহাকর্ষের দ্রুপ আকর্ষণ $G \frac{M^2}{r^2}$, M হচ্ছে ভর—নেওরা হয়েছে 4×10^{-20} গ্রাম। G হচ্ছে নিউটনের অভিকর্ষ ধ্রুবক 6.67×10^{-8} । সুতরাং বৈদ্যুতিক শক্তির তুলনার মাধ্যাকর্ষণ-শক্তির পরিমাণ $G \frac{M^2}{e^2}$, অর্থাৎ প্রায় 10^{-40} । এই সংখ্যাটি যে কত ছোট, তা প্রায় ধারণার বাইরে।

এখন কথা হচ্ছে যে, মহাকর্ষ-তরঙ্গ এত ক্রীণ-শক্তির, তাকে কি করে হাতে-কলমে ধরা যাবে? কোন পার্থিব জিনিষে কতটুকু বিক্রিয়া সে ঘটাবে, বার কলে অন্ত সব শক্তির বহুগুণে জোরালো প্রতিক্রিয়ার মধ্যে থেকে মহাকর্ষ-তরঙ্গের দ্রুপ সংঘটিত ব্যাপারভাগ্যের চিনে নেওয়া যাবে? বহুদিন ধরেই বৈজ্ঞানিক মহল একরকম মেনেই নিয়েছিলেন যে, মহাকর্ষ-তরঙ্গ যদি বাস্তবিকই থাকে, তবুও তার অস্তিত্ব পরীক্ষাগারে প্রমাণ করা প্রায় অসম্ভব।

একটি মাত্র কিন্তু বরাবর বিশ্বাস করেছেন যে, এই অতিক্রীণ তরঙ্গও যন্ত্রপাতি দিয়ে ধরা সম্ভব এবং এর জন্তে উপযুক্ত যন্ত্রপাতিও তৈরি করা সম্ভব। ইনি হচ্ছেন আমেরিকার মেরীল্যান্ড বিশ্ববিদ্যালয়ের অধ্যাপক বোসেফ ওয়েবার।

1958 সাল থেকে এই তত্ত্বলোক নীরবে গবেষণা চালিয়ে যাচ্ছেন ঐ দুর্বল তরঙ্গের প্রতি-ক্রিয়ার প্রমাণ পাবার জন্যে, যার কলে সম্বেহা-তীতভাবে বলা যাবে—আছে, মহাকর্ষ-তরঙ্গের অস্তিত্ব আছে—এ কেবল আইনস্টাইনের কল্পনা-মাত্র নয়।

ওয়েবার চিন্তা করতে লাগলেন, সরাসরি কিভাবে তিনি ঐ তরঙ্গ ধরবেন। মহাকর্ষ-তরঙ্গ কঠিন বস্তুতে তার বিক্রিয়ার স্থিতিস্থাপক তরঙ্গের (Elastic waves) সৃষ্টি করতে পারে। কিন্তু ঐ বিক্রিয়ার পরিমাপ যে খুবই কম, তা আমরা দেখেছি। তবুও ওয়েবার স্থির করলেন, তিনি এমন যন্ত্র তৈরি করবেন, যা ঐ Elastic waves-কে ইলেকট্রনিক উপায়ে বহুগুণে তীব্র করে তার সাড়া গ্রহণযোগ্য করে তুলবে। তিনি মহাকর্ষ-তরঙ্গের গ্রাহক-যন্ত্র হিসেবে ব্যবহার করলেন প্রকাণ্ড প্রকাণ্ড অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি ড্রামের আকৃতির ঘন বস্তু। ঐ ঘন (Solid) ড্রামগুলির আকার যদি এমন হয় যে, তা আগত মহাকর্ষ-তরঙ্গের কম্পনে অতরুণিত (Resonating) হবে, তবে এগুলিকে ঐ তরঙ্গের গ্রাহক-যন্ত্র বা এরিয়েল হিসেবে ভাবা চলবে। অন্ততাবে বলতে গেলে বলতে হয় যে—ঐ ড্রামগুলির ভর এমন হওয়া প্রয়োজন যে, আগত তরঙ্গের কম্পন-সংখ্যার সমান হবে ঐ বস্তুটির নিজস্ব (স্থিতি-স্থাপকতার দ্রুপ) কম্পন-সংখ্যা (Natural frequency)।

ঐ ড্রাম এরিয়েলগুলির মাপবোধ কি রকম হবে স্থির করতে গিয়ে ওয়েবারকে চিন্তা করতে হলো, তিনি কোন উৎস থেকে উৎসারিত তরঙ্গ ধরবেন। তিনি স্থির করলেন যে, ছায়াপথে সূর্যের নক্ষত্রের সঙ্কোচনের (Collapse) কলে উৎসারিত তরঙ্গই সবচেয়ে সম্ভাবনাময়। জানা আছে যে, বিশ্বের বেশীর ভাগ নক্ষত্রের ভর আমাদের সূর্যের তরের চেয়ে বেশী নয়।

জানা আছে যে, সূর্যের সমান তরের নক্ষত্রের ভয়ঙ্কর বা collapse ঘটলে যে তরঙ্গের জন্ম হবে, তার কম্পন-সংখ্যা সেকেন্ডে কয়েক হাজার বার। ওয়েবার স্থির করলেন, তিনি তাঁর গ্রাহক-যন্ত্র ড্রাম এমন ভর ও আয়তনের করবেন যে, সেটি 1660 হাজার (1660 Kilo Hertz) কম্পনের তরঙ্গে অতরুণিত হবে। 1660 Kilo Hertz (বা সংক্ষেপে KHz) মাপের রেডিও-তরঙ্গ একটি Supernova-র বেলায় আগেই ধরা পড়েছিল। আশা করা অন্তর্য নয় যে, ঐ একই কম্পন-সংখ্যার মহাকর্ষ-রশ্মিও বিকিরিত হচ্ছে ঐ সঙ্কুচিত নক্ষত্র থেকে।

1969 সালে প্রকাশিত একটি প্রবন্ধে ওয়েবার ছয়টি এরকম মহাকর্ষ-এরিয়েলের বর্ণনা করেছেন। তাদের মধ্যে চারটি অ্যালুমিনিয়ামের solid ড্রাম, প্রত্যেকটি লম্বা 153 সে. মি. ও ব্যাসের মাপ 96 সে. মি.। প্রত্যেকটির ওজন প্রায় 1400 কি.গ্রা.। অল্প দুটি ড্রামের পরিমাপ 61 সে. মি. \times 61 সে. মি.। হিসেব মত এরা মহাকর্ষ-তরঙ্গের সুরে বাঁধা (Tuned) হবার দ্রুপ সামান্য মাত্রার সঙ্কুচিত প্রসারিত হয়ে নিজেদের দেহে কম্পন সৃষ্টি করবে। কিন্তু ঐ মাত্রা এত সামান্য যে, তা 10^{-14} সেন্টিমিটারের চেয়ে হয়তো বেশী হবে না।

বুঝুন ব্যাপারটা। ঐ অকল্পনীয় ক্ষুদ্রতার মান কোন যন্ত্রে ধরা পড়বে? ঐ আলোড়ন জানবার জন্যে কোন রকম আলোর সাহায্য (Optical device) নেওয়া চলবে না, কারণ আলোক-তরঙ্গ (বিদ্যুৎ-চৌম্বক তরঙ্গ) নিজেই এর চেয়ে ঢের বেশী আলোড়ন ঘটাবে। ওয়েবার তারও সমাধান করেছেন। বিশেষ ধরণে কাটা কোয়ার্টজ একটি পীজোইলেকট্রিক স্ক্র্যাচ (Piezoelectric)। এর উপর সামান্য চাপের পরিবর্তন ঘটলে দু-দিকে একটু বিদ্যুৎ-চাপের সৃষ্টি হয়। পীজোইলেকট্রিক স্ক্র্যাচের ঐ ধর্মটি কাজে লাগালেন ওয়েবার।

তিনি অনেকগুলি পীজোইলেকট্রিক কন্ঠ্যাল তাঁর অ্যালুমিনিয়ামের ড্রামগুলির গারে পর পর লাগিয়ে বেড় দিয়ে দিলেন। এখন যে যন্ত্রটি দাঁড়ালো, সেটি খুবই অল্পভূতিশীল। ড্রামটির আরতনের

মোটামুট 10^{-12} সে. মি. এবং ব্রাউনীয় গতিও (Brownian motion) ওটিতে 10^{-14} সে. মি. পরিবর্তন ঘটতে পারে।

ওয়েবার ১৯৫৮ সাল থেকেই এই বিষয়টি নিয়ে



যোসেফ ওয়েবার ও তাঁর বিরাট অ্যালুমিনিয়ামের ড্রাম। যার বরাবর পীজোইলেকট্রিক কন্ঠ্যালের বেড় দেওয়া রয়েছে।

সুদূরতম সঙ্কোচন-প্রসারণও বৈদ্যুতিক সাড়া হিসেবে পাওয়া সম্ভব। তারপর ঐ বৈদ্যুতিক সাড়া ইলেকট্রনিক উপায়ে বহুগুণে বাড়ানো যেতে পারে। এভাবে তৈরি ওয়েবারের নতুন যন্ত্রের অল্পভূতিশীলতা নাকি 10^{-16} সে. মি. অর্থাৎ ঐ প্রকাণ্ড ড্রামের চেহারার যদি 10^{-16} সেন্টিমিটার পরিবর্তন ঘটে, তবে তাও ঐ যন্ত্রে ধরা পড়বে। ব্যাপারটি বিশেষভাবে অল্পধাবন-যোগ্য, কারণ পরমাণুর নিউক্লিয়াসের বেধ হচ্ছে

কাজ করছেন। প্রথম যখন তিনি প্রকাশ করলেন যে, তাঁর যন্ত্রে তিনি মহাকর্ষ-তরঙ্গের অস্তিত্বের প্রমাণ পেয়েছেন, তখন ছুনিয়ার কোন বিজ্ঞানীই তাঁর কথা বিশ্বাস করেন নি। যে কারণগুলির জন্তে বিশ্বাসযোগ্যতার অভাব ঘটতে পারে, তা নিয়ে আলোচনা করা যাক।

প্রথমতঃ—এত সূক্ষ্ম অল্পভূতিশীল যন্ত্রে, যেখানে আসল ক্রিয়াটির সাড়া এত ক্ষীণ, সেখানে অসংখ্য সর্ববিধ পার্থক্য কল্পন অনেক বেশী সাড়া

তুলবে। এদের মধ্যে আছে শব্দের দ্রবণ কম্পন (Acoustic) এবং ভূপৃষ্ঠের নানারকম কম্পন (Seismic)। তাছাড়া আছে জটিল বস্ত্রাংশের বিচিত্র ইলেকট্রনিক ও বৈদ্যুতিক আলোড়ন (Noise)। এই আলোড়ন আসল সাড়ার চেয়ে বহুগুণে প্রবল সাড়া তুলবে। ষ্ট্যানফোর্ড বিশ্ব-বিদ্যালয়ের এক দল বিজ্ঞানী বললেন—মহাজাগতিক রশ্মির (Cosmic Rays) দ্রবণও বেশ জোর আলোড়ন হবে।

ওয়েবারের বৃহদাকার ড্রামগুলি প্রথমতঃ বায়ুশূন্য কক্ষে ঝোলানো। চারদিকের শব্দের সাড়াতে বাতে কোন আলোড়ন না জাগে, সে জন্তে ওয়েবার ভাল করে রবারের প্যাড দিয়ে জুড়েছিলেন ড্রামগুলিকে। ব্যবস্থা এমন ভাল হলো যে, বাইরে থেকে ঐ ড্যাকুয়াম ট্যাকের গারে হাডুড়ির যা মারলেও Acoustic কম্পন ভিতরে সাড়া তোলে না। ভূমির আন্দোলনের (Seismic vibration) হিসেব রাখবার জন্তে ভূকম্পনজাপক যন্ত্রের সাহায্য নেওয়া হলো। এর ফলে দেখানো যেতে পারে যে, ভূপৃষ্ঠের কোন কম্পনের ঠিক একই সময়ে বা একই ভালে ঐ যন্ত্রে সাড়া জাগছে কি জাগছে না। ইলেকট্রনিক বস্ত্রপাতির নানারকম আলোড়ন বা স্বাক্ষর Noise বলা হয়, তাকে কমাবার জন্তে বিশদ ব্যবস্থা নেওয়া হলো। সমস্ত ইলেকট্রনিক বস্ত্রগুলিকে খুবই ঠাণ্ডার রাখা গেল—প্রায় তরল হাইড্রোজেনের তাপে। উত্তাপ ক্রমালে Noise-ও কম হয়। এরপর আরও যে ব্যবস্থাটি নেওয়া হলো, সেটি হলো সাড়ার সমাপতনের পরিমাপ (Coincidence measurement); অর্থাৎ এমন ব্যবস্থা যে, দুটি সাড়া যদি একেবারে একই সময়ে আসে, তবেই বস্ত্র তাকে লিপিবদ্ধ করবে, এলোমেলো সাড়াকে সে অগ্রাহ্য করবে। ওয়েবার Argonne National Laboratory ও বেরীল্যাও বিশ্ব-

বিদ্যালয়—এই দুটি জায়গাতেই বস্ত্র বসালেন। জায়গা দুটির মধ্যে তফাৎ প্রায় 1000 কিলো-মিটার। এত তফাতে এই দুটি জায়গায় যে সব সাড়া একই সময়ে দুটি বস্ত্রকে আলোড়িত করবে, শুধু সেগুলিরই হিসেব নেওয়া হবে—এই ব্যবস্থা হলো। ওয়েবার আরও দেখালেন যে, মহাজাগতিক রশ্মি তাঁর বস্ত্রে কোন সাড়া জাগায় না। এভাবে সর্বরকমের তুলনাপ্রতির সম্ভাবনাকে এড়িয়ে প্রায় দশ বছর কাজ করবার পর যে সব ফলাফল ওয়েবার প্রকাশ করলেন, তাতে আর সন্দেহ করবার অবকাশ রইলো না যে, সত্যিই মহাকাশের সুদূরস্থ Supernova-র পাঠানো মহাকর্ষ-তরঙ্গ পৃথিবীতে ধরা গেছে।

ইতিমধ্যেই ওয়েবারের এই পরীক্ষা অনেক-গুলি সুদূরপ্রসারী ফলাফল এনে হাজির করেছে। তিনি দেখিয়েছেন যে, ঐ তরঙ্গ আসছে আমাদের ছায়াপথ বা Galaxy-র মোটামুটি কেন্দ্রস্থল থেকে। আর ঐ তরঙ্গের তীব্রতা থেকে হিসেব করে দেখা যায় যে, প্রতি বছরে সূর্যের সমান প্রায় 200টি নক্ষত্র ছায়াপথের কেন্দ্রে ভেঙ্গে পড়ছে (Gravitational collapse)। এতগুলি নক্ষত্রের ভেঙ্গে পড়া সম্ভব কিনা, সে সম্বন্ধে তর্কবিতর্ক হয়েছে। কেব্রিজের বিখ্যাত জ্যোতির্বিজ্ঞানী D. W. Sciama বলেছেন যে, এই সংখ্যা অবিবাক্ত নয়। এখন আবার কেউ কেউ চেষ্টা করছেন দেখাতে যে, পৃথিবীর কাছাকাছি মহাশূন্যে নক্ষত্রাদির তরঙ্গ-সংহানের এমনই বিচিত্র জ্যামিতিক ছক রয়েছে যে, তার ফলে পৃথিবীর বুকে আসলে গ্র্যাভিটেশন-সমূহ কেন্দ্রীভূত ও তীব্রতর হয়ে পড়ছে (Focussed হচ্ছে)। ওয়েবারের পরীক্ষার দ্বিতীয় উল্লেখ-যোগ্য ফল এইভাবে বর্ণনা করা যায় :—Carl Brans ও Robert Dicke তত্ত্ব প্রচার করেছিলেন যে, মহাকর্ষীয় বলকেন্দ্র শুধুমাত্র আইন-স্টাইন-বর্ণিত Tensor-কেন্দ্র নয়, বরং Tensor ও Scalar-এর মিশ্রিত কেন্দ্র (এই অংশটি অন্ততাবে

সহজ করে বোঝানো লেখকের সাধ্যাতীত)। কিন্তু সে রকম হলে ওয়েবারের ড্রামে কম্পনের অন্তরকম চেহারা হতো। পরীক্ষার কল প্রমাণিত করলো, মহাকর্ষ আইনস্টাইন-বর্ণিত Tensor-ক্ষেত্রই, Scalar অংশ তাতে নেই।

বাহোক, যোসেফ ওয়েবারের এক যুগের ধৈর্য ও পরীক্ষার যে চমকপ্রদ জ্ঞান আহরিত হলো, তাতে পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে বিজ্ঞানী ও বৈজ্ঞানিক সমাজের এই দিকে নজর পড়েছে। ইংল্যান্ডে রেডিং বিশ্ববিদ্যালয়ে অধ্যাপক W. D. Allen একটি অস্বাভাবিক যন্ত্র তৈরি করছেন, যাতে আশা করা যাচ্ছে, মেরীল্যান্ডে ওয়েবারের যন্ত্রের সঙ্গে একযোগে (Coincidence-এ) সাঁড়া পাওয়া যাবে। বৃষ্টলে Aplinও (রেডিং থেকে 100 কিলোমিটার দূরে) এরকম যন্ত্র বসানছেন। আমেরিকার অন্তান্ত লেবরেটরীও এগিয়ে এসেছে। ট্যানকোর্ড বিশ্ববিদ্যালয়ে চেষ্টা চলছে—শুধুমাত্র ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতিগুলিই নয় বরং ঐ বিরাট ড্রামগুলিকেও তরল হিলিয়ামের ঠাণ্ডার রাখবার। ব্রাউনীর গতি (যা 10^{-14} সে. মি. আয়তন কমাতে-বাড়াতে পারে) কমাবার জন্তেই এই কাণ্ড। ওরা বলছেন, এই উপায়ে ওয়েবারের যন্ত্র প্রায় 10^{-21} সেন্টিমিটার তফাৎও ধরতে পারবে।

সমস্ত পৃথিবীর ভরটাকেই এরিয়েল করে তার কম্পন ধরবার ব্যবস্থার কথা কেউ কেউ বলেছেন।

কিন্তু প্রথমতঃ ভূত্বকের কম্পন ভুলনার এত বেশী হয়ে দাঁড়াবে যে, এতে হয়তো ভাল কল পাওয়া যাবে না। ওয়েবার পরামর্শ দিয়েছেন NASA-কে যে, তাঁদের বুকে একটি যন্ত্র যেন বসিয়ে আসা হয়, কারণ চন্দ্রপৃষ্ঠে এক্ষণ কম্পন (Seismic vibration) কম বা নেই—এখনও সে বিষয়ে কিছু করা হয় নি। Dr. Levine, Boulder-এ (Colorado, আমেরিকা) গভীর খনিগর্ভে লেসার বসিয়ে মহাকর্ষ-ভরজাঘাতে সমগ্র পৃথিবীর প্রতিক্রিয়া ধরবার কাজে লেগে রয়েছেন। সোভিয়েট রাশিয়াও এই কাজে উপযুক্ত যন্ত্র বসানছে।

দেখা যাচ্ছে, বিশ্বজোড়া (পৃথিবীজোড়া) কাঁদ পাতা হয়েছে। আশা করা যায়, মহাকর্ষ-ভরজ কাঁকি দেবে না, সন্দেহাতীত তাবেই ধরা দেবে।

মনে রাখতে হবে, এর মূলে একজন বিজ্ঞানীর, যোসেফ ওয়েবারের একমুগব্যাপী একনিষ্ঠ পরিশ্রম। সহস্র প্রতিকূলতা, অবিশ্বাস—এমন কি, বিদ্রূপও সহ্য করে তিনি ক্রমাগত একমনে নিজের বিশ্বাসকে আঁকড়ে ধরে ধীরে ধীরে নিজের যন্ত্রকে আরও সক্রিয়, আরও অতুষ্কীর্ণ শীল করে অবশেষে পৃথিবীর জনসমাজে এক বিচিত্র সকল পরীক্ষার নজির ভুলে ধরেছেন। আপেক্ষিকতাবাদ বিষয়ে এত সন্দেহ, এত কৌতুহলোদ্দীপক পরীক্ষা বর্তমানকালে আর হয় নি।

আধুনিক জীব-বিজ্ঞান ও মানব সমাজের ভবিষ্যৎ

শ্রীরাধাকান্ত মণ্ডল*

অমূল্যে ভারতীয় বিজ্ঞানী বর্তমানে আমেরিকার নাগরিক হরগোবিন্দ ধোরানার নোবেল পুরস্কার প্রাপ্তির সময় এদেশের পত্র-পত্রিকা ও বেতারে যতটুকু আলোচনা হয়েছিল, তাতে জনসাধারণের অন্ততঃ এটুকু ধারণা হয়েছিল যে, জীব-বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে একটা বিরাট অগ্রগতি সাধিত হয়েছে। তার পরে সংবাদপত্রের পাতার আরও কয়েকটি চমকপ্রদ সংবাদ ছোট আকারে প্রকাশিত হয়েছে; যেমন—হার্ভার্ড বিশ্ববিদ্যালয়ের শাপিরো ও বেকউইথ কর্তৃক একটি জীবাণু থেকে সম্পূর্ণ একটি জিন নিষ্কাশিত করা, ধোরানা কর্তৃক প্রথম পরীক্ষা-নলে একটি কৃত্রিম জিন সংশ্লেষণ, বাফেলোর নিউইয়র্ক স্টেট ইউনি-টার্সিটির ডেনিয়েলি কর্তৃক কৃত্রিম জীবকোষ তৈরি, অক্সফোর্ডের হেনরি হারিস কর্তৃক সঙ্কর জীবকোষ তৈরি, লণ্ডনের ডাঃ স্টেপটো কর্তৃক পরীক্ষা-নলে প্রথম মানব-জ্ঞান সৃষ্টি এবং ম্যাসাচুসেট্‌সের বার্নি-মোর ও উইসকন্সিনের টেমিন কর্তৃক জিনের বার্তার বিপরীত প্রতিলেখন প্রভৃতি। অ্যাপোলো ও সলুজ শ্রেণীর মহাকাশযানের চন্দ্রবিজয়ের চমকের আড়ালে অনেকটা চাপা পড়ে থাকলেও আধুনিক জীব-বিজ্ঞানের এই আবিষ্কারগুলি তা থেকে কম তাৎপর্যপূর্ণ তো নয়ই, বরং এগুলির সুদূরপ্রসারী ফলাফল মহাকাশজয়ের চেয়ে অনেক বেশী ব্যাপক ও ভবিষ্যৎ মানবজাতির পক্ষে অধিক সম্ভাবনাপূর্ণ। জীব-বিজ্ঞানের এই আবিষ্কার-গুলি এখন বিজ্ঞানীদের সামাজিক দায়িত্ব সনাক্ত করে সচেতন হতে বাধ্য করবে।

গত তিন দশকের গবেষণার ফলে শুধুমাত্র বর্ণনাত্মক জীব-বিজ্ঞানকে (Descriptive

biology) আজ অণু-পরমাণুর স্তরে দেখা ও ব্যাখ্যা করা সম্ভব হচ্ছে। জীবনের রহস্য, বিভিন্ন জীবের প্রবাহমান ধারার মূল বস্তু, জীবদেহের কার্যাবলী প্রভৃতি সম্বন্ধে আমরা অনেক কিছু জানতে পেরেছি। সাধারণভাবে দেখতে গেলে চিকিৎসা, স্বাস্থ্য, পুষ্টি প্রভৃতি বিষয়ে এই লব্ধ-জ্ঞান মানুষের মঙ্গলেই লাগছে। তবে আধুনিক জীব-বিজ্ঞানের বর্তমান অগ্রগতি এত দ্রুত ও মানবিক, তথা সামাজিক-বিজ্ঞানসমূহের তুলনায় এই গবেষণার ব্যাপ্তি এত ভারসাম্যহীন যে, এই অগ্র-গতিতে ভীত হবার কারণও যথেষ্ট আছে। আবিষ্কারের ঘটনার পাশাপাশি আরও কয়েকটি খবর বিজ্ঞানী ও জনসাধারণের মধ্যে আলোড়ন তুলেছে। তার মধ্যে সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য হলো— তাঁদের আবিষ্কারের ভবিষ্যৎ অপপ্রয়োগের সম্ভাবনা সম্পর্কে জনসাধারণকে সচেতন করার জন্তে জীবাণু থেকে ল্যাক্টোজ জিন বের করার কৃতিত্বের অন্ততম অধিকারী শাপিরোর নাটকীয় ভাবে জীব-বিজ্ঞানের গবেষণা পরিত্যাগ করে সামাজিকল্যায়মূলক কাজে যোগদান। প্রায় বছর ধানেক আগে ব্রিটিশ সোসাইটি কর সোশ্যাল রেস্পনসিবিলিটি অফ সায়েন্সের ‘জীব-বিজ্ঞানের সামাজিক প্রভাব’ সংক্রান্ত আলোচনা-চক্রে এই ব্যাপারে দু-ধরনের মতের বিরোধ দেখা যায়। প্রবীণ ও প্রাচীনগামী বিজ্ঞানীরা এখনও বিজ্ঞান গবেষণাকে স্বাধীন ও গজদত্তমিনারে আবদ্ধ বিজ্ঞানীর নিজের বিচার-বিবেচনার উপরই ছেড়ে দেবার পক্ষপাতী। কিন্তু আর একদল তরুণ (এঁরা সকলেই বয়সে তরুণ তা নয়, অনেকে

*বঙ্গ-বিজ্ঞান মন্দির কলিকাতা।

মনের দিক দিয়ে তরুণ) বিজ্ঞানীর মত হচ্ছে—
যেহেতু বিজ্ঞানের গবেষণা জনসাধারণের অর্থেই
পরিচালিত হয়, সেই জন্তে বিজ্ঞানের গবেষণার
বিষয়বস্তু সমাজের দিকে লক্ষ্য রেখে স্থির করতে
হবে এবং গবেষণালব্ধ ফলাফলের সম্পূর্ণ প্রয়োগ,
তথা অপপ্রয়োগের সম্ভাবনার কথা সাধারণের কাছে
প্রচার করতে হবে। আশার কথা, সংখ্যায় এঁরা
অনেক বেশী। ব্যক্তিগত সভ্যতার চরমে উন্নীত
আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্রে সাধারণ লোকও আজ
কলকারখানা ও মোটর গাড়ীর দূষিত বর্জ্যবস্তু
(Waste Product) মাছের পরিবেশ ও আব-
হাওয়া দূষিতকরণের বিরুদ্ধে আন্দোলনে নেমেছেন।
এই একই কারণে সেখানে বিজ্ঞানীরা ভিয়েৎ-
নামে রাসায়নিক যুদ্ধাঙ্গ ব্যবহারের জন্তে সরকারের
বিরুদ্ধে আন্দোলন করছেন।

মানব সভ্যতার ইতিহাসে এমন অনেক সময়
এসেছে, যখন মাছই বিশেষ একটি বিষয়ে এমন
জ্ঞান ও ক্ষমতার অধিকারী হয়েছে, যার সম্যক
ব্যবহারের অধিকারী তখনও মাছই হতে পারে
নি। যেমন বলা যায় পারমাণবিক শক্তির
বেলায়। দ্বিতীয় মহাযুদ্ধের সময়ে পারমাণবিক
শক্তিকে ব্যবহারের পূর্ণ সম্ভাবনা সম্পর্কে যেমন
মাছের সম্যক ধারণা ছিল না, তেমনি একে
ব্যবহারের অধিকার পাওয়ার মত যথেষ্ট সভ্য
হতে মানব সমাজ পারে নি। হিরোসিমা,
নাগাসাকিতে অংসলীলা দেখে বোমার আবিষ্কার্তা
বিজ্ঞানীরাও বিস্মিত হয়েছিলেন। ঠিক কতটা
ভয়াবহ এই অস্ত্র হতে পারে, সে সম্বন্ধে সঠিক
ধারণা তাঁদের তখন ছিল না। ১৯৭১
সালেও আমরা সেই অধিকার অর্জন করতে
পেরেছি কিনা জানি না। তবে পারমাণবিক
শক্তির শান্তিপূর্ণ কাজে ব্যবহারের অনেক
সম্ভাবনাই এখন বাস্তবে রূপায়িত হচ্ছে।
ভারতের মত দরিদ্র দেশেও আজ তারাপুরে
পারমাণবিক শক্তিকে বিদ্যুৎ উৎপাদনে লাগানো

হচ্ছে। বাই হোক, এ থেকে বোঝা যায় যে,
বিচারবুদ্ধিসম্পন্ন যথেষ্ট সাবালকর আসবার আগেই
বিজ্ঞানীরা মাছের হাতে এক দারাদ্রক অস্ত্র
তুলে দিয়েছিলেন। যার ফল হিরোসিমা,
নাগাসাকিতে প্রত্যক্ষ, অপ্রত্যক্ষ ফল কত বৃগ
ধরে দেখতে হবে কে জানে? ঠিক এই ধরনের
আশঙ্কাই আছে জীব-বিজ্ঞানকে নিয়ে।

এখন আমরা বংশগতির ধারক ও বাহক
যে জিন বা DNA, তার গঠন-প্রণালী, তার মধ্যে
লুকিয়ে থাকা জিনের বার্তাসংকেত (Genetic
code), DNA থেকে RNA-তে বার্তা পাঠানো,
RNA থেকে প্রোটিন সংশ্লেষণের কোশল ইত্যাদি
জানতে পেরেছি। খোরানা এবং আরও
অনেকের কাজের ফলে এখন পরীক্ষা-নলে ইচ্ছা-
মত অর্ধবাহী নিউক্লিক অ্যাসিড তৈরি করা
সম্ভব। দু-বছর আগে কণ্ণবর্গ কৃত্রিম উপায়ে
জীবনের ক্ষুদ্রতম অভিব্যক্তিযুক্ত ভাইরাস প্রস্তুত
করতে সক্ষম হয়েছেন। আণবিক বংশগতি-
বিজ্ঞান (Molecular genetics) অগ্রগতির
ফলে এখন কোন জীবকোষের জিনের বার্তার
রদবদল বা প্রয়োজনমত কৃত্রিম উপায়ে সংশ্লেষিত
জিন জীবকোষে ঢুকিয়ে দেবার সম্ভাবনা আজ
বাস্তবে পরিণত হতে চলেছে। নিরেনবার্গের মতে,
আগামী পঁচিশ বছরের মধ্যেই মাছই জীবকোষে
বার্তা নিয়ন্ত্রণের ও কৃত্রিম জিনকে কাজে লাগাবার
ক্ষমতার অধিকারী হবে। এখন প্রশ্ন হচ্ছে,
তখন কি মানব সমাজ এই অগ্রগতিকে গ্রহণ
করবার জন্তে সম্পূর্ণ প্রস্তুত হতে পারবে? এর
পরিপূর্ণ সম্ভাবনা, ভবিষ্যৎ বিপদাশঙ্কা ইত্যাদি
সম্পর্কে সম্যকরূপে সচেতন হবে মনে হয় না।

ঠিক পারমাণবিক বোমার মতই অবিবেচক
সরকার বা রাষ্ট্রনায়কের হাতে এই জৈবিক
নিয়ন্ত্রণ ক্ষমতার অপব্যবহার হতে পারে। মানব-
জাতির এক বৃহৎ অংশের বা কোন বিশেষ
গোষ্ঠীর কর্তৃত্বতা, চিন্তাধারা—এক কথায় সব-

কিছু হয়তো একজন নিয়ন্ত্রণ করতে পারবে। উদাহরণস্বরূপ, কোন সরকার ইচ্ছা করলে কোন জাতি বা উপজাতির সমস্ত জনসংখ্যাকে ভাইরাসের সাহায্যে এমন একটি কৃত্রিম জিন দিয়ে প্রভাবিত করতে পারে—যার ফলে তাদের কাজ করার ক্ষমতা থাকবে, কিন্তু স্বাধীন চিন্তা করার ক্ষমতা থাকবে না, অর্থাৎ তাদের পশুর স্তরে নামিয়ে দেওয়া যাবে। পারমাণবিক বোমা বা সাধারণ যুদ্ধের চেয়ে তা আরও ধারণা এই জন্তে যে, এই ক্ষেত্রে পরিবর্তন বা ক্ষতি ঘটানো হবে জিনের, বা সম্ভাবনাসমৃদ্ধিক্রমে চলতেই থাকবে। তাছাড়া আরও অনেক ভাববার বিষয় আছে। এর সঙ্গে সমাজ, রীতিনীতি, রাজনীতির প্রসঙ্গ জড়িত। মানুষ এখন নিজের ভবিষ্যৎ—এমন কি, তার বিবর্তন, পারিপার্শ্বিক জীবজগতের সঙ্গে তার সহাবস্থান (Ecology) প্রভৃতি নিজের হাতে নিয়ন্ত্রণ করতে পারে। তাই সেটা করার আগে মানুষের লক্ষ্য কি হবে বা হওয়া উচিত, সেটা ভেবে ঠিক করা দরকার। আর এই জন্তেই মানবিক বিজ্ঞান ও সমাজ-বিজ্ঞানসমূহের (Humanities and Social sciences) বথেষ্ট অংশীদার প্রয়োজন, যাতে জীব-বিজ্ঞানের অগ্রগতি একপেশে ও ভারসাম্যহীন না হয়ে পড়ে।

অবশ্য ইতিমধ্যেই মূদুর ভবিষ্যতে কি দাঁড়াবে, তা না জেনেই জীব-বিজ্ঞানের অনেক জ্ঞানের ব্যাপক প্রয়োগ আমরা শুরু করেছি—আমি কলকাতার জন্তে। যেমন কীটের ও প্রতিজীবক ওষুধের (Insecticides ও Antibiotics) ও তেজস্ক্রিয় বিকিরণের অনিয়ন্ত্রিত ব্যবহারের ফলে জীবজগতের ভবিষ্যৎ সাম্যাবস্থা আমরা অনেকটা পাণ্ডে কপেছি। মৎস্যহীন নদী, হ্রদ, পশুপক্ষীহীন বনহলী, বৃকলভাহীন প্রান্তর ইত্যাদির প্রভাব মানুষের উপর কতটা হবে, তা ভবিষ্যতেই জানা যাবে। উদাহরণস্বরূপ ডিরেংনামে সমরাকল পূজপ্ত করার জন্তে ব্যাপকভাবে রাসায়নিক

পদার্থ (Defoliant) ব্যবহার করার কুফল এখনই বোঝা যাচ্ছে। তেমনি, জীবাণু ও ভাইরাস-জনিত রোগের ঠিকার (কোন কোন ক্ষেত্রে জীবিত ভাইরাসসম্মিত) ব্যাপক ব্যবহারে রোগনিয়ন্ত্রণ ও প্রতিরোধ আশা আশীর্বাদসমূহেই আশ্রয় দেখতে পাচ্ছি। তবে এদের মূদুর-প্রসারী কলাকল সম্পর্কে ব্যাপক গবেষণার অবকাশ আছে। তেমনি গবেষণার অবকাশ রয়েছে হর্মোনজাতীয় জন্মনিয়োধক ওষুধের দীর্ঘ ব্যবহারের কল সম্বন্ধে। আশার কথা, বিজ্ঞানীরা এই বিষয়ে সচেতন।

সাধারণ পাঠকে শক্তিশীল করা বা জীব-বিজ্ঞানের অগ্রগতির কলে লক্ষ শুভ ফলগুলি থেকে তাঁদের বঞ্চিত থাকতে বলা এই আলোচনার উদ্দেশ্য নয়। এর উদ্দেশ্য সমাজ-বিজ্ঞানীদের আরও বেশী সচেতন ও অংশগ্রহণশীল করা মানব সমাজের ভবিষ্যৎ লক্ষ্য সম্বন্ধে। বেহেতু মানুষ নিজেরাই নিজের ভবিষ্যৎ এখন বহুল পরিমাণে নির্ধারিত করতে পারে, সেহেতু সময় থাকতেই তাবা দরকার, ভবিষ্যতে এই আধুনিক জীব-বিজ্ঞানের কি কি ব্যবহার, তথা অপব্যবহার হতে পারে। তার জন্তে প্রস্তুত থাকতে হবে সমাজকে। এই প্রসঙ্গে ভবিষ্যৎ সম্পর্কে একবারে নিরাশ না করে দু-একটি শুভ সম্ভাবনার কথাও বলা যেতে পারে। রোগ নিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে ঠিকার কথা আগেই বলা হয়েছে। ভবিষ্যতে প্রাকৃতিক বা কৃত্রিম নিউক্লিক অ্যাসিড বার্ডার সাহায্যে অনেক জন্মগত বা বংশগত ক্রটির মিরাময় (Genetic surgery) সম্ভব হবে। কোষ বা কলাকৃষ্টির (Tissue culture) উন্নতির কলে ভবিষ্যতে ইচ্ছামত বিশেষ ধরনের জীবকোষ বা কলা ও প্রত্যক্ষ পরীক্ষাগারে বর্ধিত করে দেহে সংযোজন করা যাবে। জ্রণবিজ্ঞান (Embryology) অগ্রগতির কলে প্রতিভাবান ব্যক্তির শুক্রাণু এবং প্রতিভা-

মরীচের ভিষণ সফর করে রেখে প্রয়োজনমত বিনিষ্ট প্রতিভা বা নিপুণতাসম্পন্ন নাগরিক সৃষ্টি করা বেতে পারে পরিকল্পিত মানব সমাজে। এসব সম্ভাবনার কলে অনিবার্ণভাবেই সামাজিক ও নৈতিক অনেক বড় বড় সমস্যা দেখা দেবে। সম্পূর্ণ বস্তুতাত্ত্বিক দৃষ্টিতে দেখলে ব্যক্তিক সত্যতার চরমে মানুষ মানুষকে শ্রম উৎপাদনের বস্তু বা একক হিসাবে তাববে। তখন কৃত্রিম শিশু (Test-tube baby) উৎপাদন করতে তার হরতো দ্বিধা থাকবে না—বদি সমাজ ও আইন সেটা অনুমোদন করে। এতে মানুষের মনোজগতের মূল্যবোধ, স্নেহ, প্রীতি প্রভৃতি স্তূকুমার মনোবৃত্তি কমে বেতে পারে। সে সম্বন্ধে এখনই চিন্তা করা দরকার। বৈজ্ঞানিক

সত্যতা আমাদের স্বাভাবিক ভ্রাতৃবোধ ও ঐশ্বর্যকেন্দ্রিক ধর্মবোধ (Spiritualism) হরণ করেছে। কিন্তু তার পরিবর্তে অল্প কোন মানবকেন্দ্রিক মূল্যবোধ দিতে পারে নি। পৃথিবীতে আজ মানুষে মানুষে হানাহানি, নুতন প্রজন্মের সঙ্গে পুরাতন রস্তু তারই পরিণতি। বিজ্ঞানের তথাকথিত পবিত্রতা ও স্বাধীনতার খাতিরে আজ তাই বিজ্ঞানীদের গজদস্ত-মিনারে বসে আবিষ্কারের আনন্ডেই মশগুল হয়ে থাকলে চলবে না। আজ তাঁদের বাস্তব পৃথিবীতে নেমে এসে যে সব নুতন সমস্যা তাঁরা এনে দিয়েছেন, তার সমাধানের কথা তাবতে হবে—কারণ, তাঁরাও মানব সমাজের অংশ।

“বিজ্ঞানের ইতিহাস ব্যাখ্যায় আমাকে বহু দেশবাসী মনস্বিগণের নাম স্মরণ করাইতে হইত। কিন্তু তাহাদের মধ্যে ভারতের স্থান কোথায়? শিকাকার্ষে অস্ত্রে বাহা বলিয়াছে সেই সকল কথাই শিখাইতে হইত। ভারতবাসী যে কেবলই তাবপ্রবণ স্বপ্নাবিষ্ট, অনুসন্ধান কার্ষ কোনদিনই তাহাদের নহে, এই এক কথাই চিরদিন গুনিয়া আসিতাম। বিলাতের ভ্রাতৃ এদেশে পরীক্ষাগার নাই, স্তূল যন্ত্র নির্মাণও এদেশে কোন দিন হইতে পারে না, তাহাও কতবার গুনিয়াছি। তখন মনে হইল যে ব্যক্তি পৌক্স হারাইয়াছে, কেবল সেই ব্রথা পরিভাপ করে। অবসাদ দূর করিতে হইবে। ভারতই আমাদের কর্মভূমি, সহজ পছা আমাদের জন্ত নহে”।

আচার্য জগদীশচন্দ্র

উপজাতি সমাজে পরিবর্তনের ইঙ্গিত

প্রবোধকুমার ভৌমিক*

আমাদের ভারতভূমি যেমন বিচিত্র, তেমনি তবুও তারা বিভিন্ন। তাদের শারীরিক বৈশিষ্ট্যে বিচিত্র এর জনসমষ্টি। বর্তমান ভারতের জন-অথবা সাংস্কৃতিক ক্ষেত্রে, দৈনন্দিন জীবনযাত্রার সমষ্টির দিকে তাকালে দেখা যাবে, আর তিন বছর ক্ষেত্রে হুস্তর প্রভেদ রয়েছে। তকশিলভুক্ত কোটির মত অনগ্রসর গোষ্ঠী বা সম্প্রদায় রয়েছে, করবার অর্থ অল্প গোষ্ঠী থেকে পৃথকীকরণ বা তাদের আমরা উপজাতি, খণ্ডজাতি (Tribe) বা চিহ্নিত করে নেওয়া। কেন না, জীবনযাত্রার



আদিবাসী মেয়ে-পুরুষ ধানের বোঝা নিয়ে ফিরছে।

আদিবাসী (Aboriginal) বলে অভিহিত করে থাকি। রাজনৈতিক রাপকাঠিতে বা প্রশাসনিক ক্ষেত্রে যদিও তাদের সবাইকে তকশিলভুক্ত (Scheduled) উপজাতি হিসাবে স্বীকৃতি দেওয়া হয়ে থাকে,

প্রতিটি পদক্ষেপে তাদের যে অনগ্রসরতা রয়েছে, স্বাধীন দেশের গণতান্ত্রিক সরকার যথার্থভাবে

তা পূরণ করে অভ্যন্তরীণ জাতি বা সম্প্রদায়ের মধ্যে সরল সমতা আনবার চেষ্টা পাবে।

এই উপজাতি গোষ্ঠীদের ভারতের আদিম বাসিন্দা (Autochthons) বলে ধরে নেওয়া হয়। কেন না, আর্ধপূর্ব ভারতের তারাই ছিল প্রথম বা আদিম অধিবাসী। আমাদের দেশে বহু জায়গায় প্রস্তর যুগের সভ্যতার (Stone age culture) নানা নিদর্শন পাওয়া গেছে, যা দেখে আমরা অতি সহজেই অনুমান করতে পারি যে, ভারতের নানাস্থানে এককালে আদিম জীবনাবস্থা বহু গোষ্ঠী বা সম্প্রদায় ছিল—প্রস্তর-নির্মিত আয়ুধ বা হাতিয়ার ছিল তাদের জীবনযাত্রার প্রধান অবলম্বন। তাদের কেউ কেউ হয়তো পশুপালন করেছে, আর করেছে শিকার বা অরণ্যের ফলমূল আহরণ। কালক্রমে তাদের অর্থনৈতিক জীবনযাত্রার পরিবর্তন হয়েছে, সমাজ ও সংস্কৃতির রূপরেখার বিবর্তন হয়েছে। ধীরে ধীরে সেই শিকারজীবী ভবন্যুরে মানুষের জীবনে আদিম কৃষি-ব্যবস্থা রূপ নেয়। পাথরের হাতিয়ারের বদলে কাঠের তৈরি চাণের বস্ত্রপাতি এবং ভূগর্ভে নিহিত আকরিক লৌহের সন্ধানবহার করে তারা জীবন-যাত্রার মান উন্নীত করার প্রয়াস পায়।

ভারতের উপজাতি অধ্যুষিত অঞ্চলকে মোটামুটি তিনটি প্রধান ভাগে ভাগ করা যায়;— (১) হিমালয় পর্বতের পাদদেশ থেকে আরম্ভ করে উত্তর ও উত্তর-পূর্বাঞ্চল [ডাক্কা, ভোট, আপাটানি, নাগা, কুকি, কাছাড়ি, খাসিয়া, গারো, রাভা, লেপ্চা প্রভৃতি]; (২) মধ্যভারত বা ছোটনাগপুরের পার্বত্য অঞ্চল, বিশেষভাবে পশ্চিম বাংলা, বিহার, উড়িষ্যা, রাজস্থান, উত্তর গোয়াই ও মধ্যপ্রদেশ [শবর, জুরাং, খাড়িয়া, খন্ড, কুম্ভিজ, কুইরা, মুণ্ডা, সাঁওতাল, ওরাও, লোখা, মহালি, বীরহুড়, হো, কোল, অন্তর, মালের, বাইগা, গন্ড প্রভৃতি]; (৩) দক্ষিণাঞ্চলের অর্থাৎ করল,

তামিল নাডু, অন্ধ্র প্রদেশের বিভিন্ন অঞ্চল [চেলচু, রেড্ডি, টোডা, ভূগতা, কোটা, ইক্সা, কাদার, কানিকর, মাল করুডান প্রভৃতি]; এর সঙ্গে আন্দামান, নিকোবর, লিটল প্রভৃতি অঞ্চলও উল্লেখযোগ্য। আদিবাসী অধ্যুষিত অঞ্চলগুলির বৈশিষ্ট্য হলো অস্বাস্থ্যকর জলবায়ুগত পরিবেশ। প্রকৃতি সেখানে কঠোর আর অনগ্রসর উপজাতি গোষ্ঠীর জীবনসংগ্রামের পার্থক্য হাতিয়ার অতি নগণ্য। সেই বিরুদ্ধ পরিবেশে প্রতিনিয়ত আপোষহীন সংগ্রাম ধীরে অভিযোজনে (Adaptation) তাদের সাধারণ জীবনের স্বাভাবিক গতি বিকশিত হবার চেষ্টে সজ্জুত হইয়াছে বেশী। তাই অনগ্রসরতা এবং প্রকৃতি-নির্ভরতা তাদের জীবনযাত্রার বৈশিষ্ট্য। এই সকল অনগ্রসর উপজাতি গোষ্ঠীকে তথাকথিত সভ্য মানুষ অথবা বহিরাগত উন্নত গোষ্ঠী এই ক্রিয় পরিবেশে বাস করতে বাধ্য করেছে। পরাজিত এই সকল গোষ্ঠীও নিরুপদ্রবে নিজ অস্তিত্ব টিকিয়ে রাখবার জন্তে অস্বাস্থ্যকর পরিবেশে অতি সন্মোহনে বাঁচবার চেষ্টা করেছে। সে বাঁচবার মধ্যে রয়েছে প্রাণ-চঞ্চলতা, আনন্দমুগ্ধ নৃত্যগীত, সমবেত উৎসব, আর হাসিমুখে সকল দুঃখ-কষ্ট-বঞ্চনা সহ্য করার স্বাভাবিক প্রচেষ্টা। তবুও ইতিহাসের নিহঁর পরিহাস—একদিন এই স্বাধীন অরণ্যচারী মানুষকে বহিরাগত শক্তিশালী সভ্য মানুষের কাছে পরাজয় স্বীকার করতে হয়েছিল। এই জয়ের মহিমা নানাভাবে ঘোষিত হয়েছিল। এই জয়ের মহিমার বিবরণ ভাগবত পুরাণে রয়েছে।

“কাক-কৃষ্ণ হৃদয় হৃদ্যবাহ মহাহু

হৃদয়ানি নিয়নাসাথ রক্তাক্ত তাম্রমূর্জ।”

প্রাক-আর্ধ গোষ্ঠীর আদিম গোষ্ঠীগুলিকে প্রাচীন সাহিত্যে দস্তা, নিবাদ, শবর প্রভৃতি আখ্যায় অভিহিত করা হয়েছে।

এর দ্বারা সহজে প্রমাণিত হয় যে, আদিম গোষ্ঠীগুলি যদিও নিরুপদ্রবে বিচ্ছিন্নভাবে বাঁচবার

প্রয়াস পেরেছে, তথাপি তারা বিজিত গোষ্ঠীর কাছে একেবারে অপরিচিত ছিল না। দীর্ঘ সহাবস্থানে এই সকল বিজিত আদিম গোষ্ঠীর জীবনযাত্রারও বেশ পরিবর্তন লক্ষ্য করা যায়। আমরা যদি মুণ্ডা উপজাতির ইতিহাসের বিভিন্ন অধ্যায় অল্প

বিভিন্ন শ্রেণীর প্রশাসক রয়েছে। কর্তা বা পাহানের কাজ পুরোহিতের, মত। পাঁড়ের কাজ সংবাদ দেওয়া—অর্থাৎ হিন্দু রাজাদের দরবারের অঙ্গুরণে এসব গঠিত। বাসিয়া উপজাতির মধ্যেও এমনি মন্ত্রী বা দরবার রয়েছে। বিশেষভাবে



একটি সমবেত উৎসবের আঙ্গিনায়।

ধাবন করি, তাহলে অতি সহজেই বুঝতে পারি যে, কেমনভাবে তারা ধীরে ধীরে প্রতিবেশী হিন্দুদের অঙ্গুরণ করতে সক্ষম হয়েছিল। কেবল প্রশাসনিক ব্যবস্থার নয়, সমাজের অন্তর্ভুক্ত ক্ষেত্রেও। প্রশাসনিক ব্যবস্থার দেখা যায়, মুণ্ডাদের মধ্যে প্রথম জন্মল কটে তারা বসতি স্থাপন করেছে, তাদের বলা হয় ভুঁইহার। এই ভুঁইহারী মুণ্ডাদের পুরুষেরা নিজেদের সমাজ পরিচালনার জন্তে পঞ্চায়েৎ গঠন করেছে, প্রতিটি প্রাপ্তবয়স্কই হলো এর সভ্য। যিনি প্রধান হিসাবে বিভিন্ন আলোচনা বা সভাকে পরিচালনা করেন, তিনি পাড়হা রাজা (Parha Raja), তাঁকে সাহায্য করতো ছু-জন সিপাহী, একজন দেওয়ান এবং তাঁর ছু-জন সিপাহী। এছাড়া ঠাকুর, লাল, পাঁড়ে ও কর্তা প্রভৃতি

এই সকল উপজাতি গোষ্ঠীর মধ্যে যারা হিন্দুদের নিকট প্রতিবেশী হিসাবে বসবাস করবার সুযোগ পেরেছে, তাদের জীবনযাত্রার প্রতিটি দৃষ্টে এমনি ভাবে আর্থ সংস্কৃতির অঙ্গপ্রবেশ ঘটেছে—যাকে আমরা আর্য়ীকরণ (Aryanisation) বলে অভিহিত করি। সমাজের অন্তর্ভুক্ত ক্ষেত্রে ও কোন কোন উপজাতি তাদের গোত্রদেবতার (Totem) নামে যে কৌলিক (Clan) পরিচয় দিত, তারও পরিবর্তন ঘটেছে। কোন কোন উপজাতির কচ্ছপ টোটেম; অর্থাৎ ঐ উপজাতির মধ্যে অনেক কুল রয়েছে অনেকটা আমাদের গোত্রের মত। সেই সকল কুলের কোন কোনটি কচ্ছপকে গোত্রদেবতা বলে স্বীকার করে থাকে, অর্থাৎ তারা কচ্ছপ কখনও খায় না বরং

দেখতে পেলেন তাকে প্রজা বা প্রণাম জানায়। কিন্তু অল্প গোত্রের লোক প্রয়োজন হলে কচ্ছপ খেতে পারে—কেন না, কচ্ছপ তাদের কুলদেবতা



মেদিনীপুর অঞ্চলের এক মুণ্ডা কৃষক।

নয়। এর দ্বারা আদিম মানুষ তাব ডক্যবন্ডর উপর কিছু কিছু বাধানিষেধের গাঠী (Taboo) দাঁড় করিয়ে প্রাকৃতিক ঋতুসম্ভার বৃদ্ধির চেষ্টা করেছে। বাহোক, ঐ কচ্ছপ গোত্রের লোকেরা এখন বলেন, তাদের গোত্র কাশুপ; অর্থাৎ হিন্দু সমাজের মুনি-ঋষির নামে যে গোত্র, অনেকটা সেই রকম। মুণ্ডারা চাঙিল অর্থাৎ উটাকে তাদের সমাজের কুলের (Clan) পরিচায়ক হিসাবে ধরে। সাম্প্রতিক কালে তারা চাঙিলকে শাঙিল্য বলে অভিহিত করতে চায়। এই ধরনের সমাজের বিভিন্ন স্তরের পরিবর্তনকে আর্ঘসংস্কৃতির ধীর অগ্রগতি বলে স্বীকার করা হয়।

কলে তাদের মধ্যে হিন্দুমানীর ভাব দেখা যায়। এখানে এটা মনে রাখতে হবে যে, যেখানে এই হিন্দুমানী বা আর্ঘসংস্কৃতি ঘটেছে, সেখানে তারা ভারতের বৃহত্তর সমাজের দেহে তত বেশী অগ্রগতি করতে সক্ষম হয়েছে। আর্ঘসংস্কৃতির দ্বারা কেও তারা প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে প্রভাবিত করেছে। আমরা বহু লৌকিক দেবদেবীর আরাধনা বা পূজাচর্যায় যে সব উপকরণ দিই, তার মধ্যে এই সকল প্রাক-আর্ঘ বা অনাৰ্ঘ সংস্কৃতির প্রভাব দেখা যায়। যেমন ধরা যাক, মাতৃতান্ত্রিক প্রাক-আর্ঘ-গোষ্ঠীর দেবী হলেন কালী। ধীর পূজা হয় রাত্রিতে, তাঁর কাছে উৎসর্গ করা হয় জীবজন্তুর রক্ত। চর্ম বাস্তব উৎসবের এক অল্প অল্প আর্ঘসংস্কৃতির দেবতা বিষ্ণুর পূজার এসব নিষিদ্ধ। কাংশ, ঘটা, দ্রুত, দুগ্ধ ইত্যাদি উন্নততর জীবনযাত্রার সংস্কৃতির রূপ-রেখা এর মধ্যে বিদ্যমান। এমনভাবে বর্তমানের হিন্দুধর্মের মধ্যে প্রাগাৰ্ঘ সংস্কৃতির অনেক রূপ-রেখা (Cultural traits) ছড়িয়ে আছে, সকলের বাই নজরে পড়ে—যাকে আমরা আর্ঘ-অনাৰ্ঘ সম্পর্কের সংস্কৃতির লেন-দেনের (Acculturation) নিদর্শন হিসাবে স্বীকার করি। এও দেখা গেছে, যেখানে এই সকল উপজাতি গোষ্ঠী ভারতীয় সংস্কৃতির ঐক্য থেকে দূরে সরে গেছে, যাদের মধ্যে হয়তো খৃষ্টীয় বা ইসলাম ধর্ম প্রভাব বিস্তার করেছে, সেই সকল উপজাতি বৃহত্তর ভারতীয় ঐক্যকে ভুল বোঝবার চেষ্টা করেছে। দীর্ঘ সহাবস্থানে ও পারস্পরিক সম্পর্কের নিগূঢ়তার এক দিকে আর্ঘসংস্কৃতি যেমন দৃঢ় হয়ে ওঠে, অপর দিকে তেমনি বহু উপজাতি সরাসরি নিজেদের হিন্দু বলে অথবা হিন্দু সমাজের অন্তর্ভুক্ত কৌলিক উপজীবিকার নির্ভরশীল জাতি বলে পরিচয় দেবার প্রয়াস পায়। মধ্যপ্রদেশের গন্দ উপজাতি-উদ্ভূত গোষ্ঠীগুলি কালক্রমে এক...একটি জাতিতে (?) পরিগণিত হয়েছে। ভূমিজ, লোথা,

শবর, রাজবংশী, বাগ্‌দী, বাউড়ী প্রভৃতি তথাকথিত গোষ্ঠীগুলি বেশীর ভাগ ক্ষেত্রে হিন্দু সমাজের অন্তর্ভুক্ত এক জাতি বলে পরিচিত হবার দাবী রাখে। এইভাবে উপজাতি সমাজের মধ্যে যে মৌলিক পরিবর্তন ঘটছে, তাকে আমরা উপজাতি বিলুপ্ততা (De-Tribalisation) বলে অভিহিত করি। যেমন—সাঁওতালদের ‘সাকা হড়’ আন্দোলন, অর্থাৎ চিরচরিত সাঁওতালী উপজাতীর জীবনযাত্রার কোন কোন রীতিকে অপবিত্র, অশুচি বলে ধরে নিয়ে সাকা অর্থাৎ পবিত্র হবার আন্দোলনই হলো ‘সাকা হড়’ আন্দোলন। এমনভাবে সাঁওতাল গোষ্ঠীর দুর্দেশওয়ারী মাঝি সাঁওতাল গোষ্ঠীসম্পৃক্ত একটি

বার কলে তারা শূকর বা গোবাংস পরিভ্যাগ করে, উপবীত বা শিখা ধারণ করে এক পবিত্র জীবনদর্শনের পথপ্রাপ্তে জীবন-পতাকা উড্ডীন করে সমাজের মৌলিক আকার বা মূল্যবোধের নূতন ভাণ্ড দিতে পেরেছিল। ঠিক এমনভাবে মুণ্ডাদের মধ্যেও আন্দোলন হয়েছে বিরসা মুণ্ডার অভ্যুত্থানে। বিরসাকে তারা বিরসা ভগবান বলে অভিহিত করে। মুণ্ডা বা কোল গোষ্ঠীর ক্ষমায়েরে হিন্দুমানীর পথে এগিয়ে বাওয়াই বা আদিমতা পরিভ্যাগই হলো ভূমিজ সংস্কৃতির বুনিরাদ। লোখা উপজাতি নিজেদের শবর অর্থাৎ রামায়ণে বর্ণিত অরণ্যচারীর গোষ্ঠী হিসাবে পরিচিত করবার গর্ব রাখে।



বড়াম বা চণ্ডীর থানে উৎসর্গীকৃত পোড়ামাটির হাতী ও খোড়া।

গোষ্ঠী। ওরাও উপজাতির মধ্যে যে ভক্ত (ভক্ত) আন্দোলন ঘটে, তাতে হিন্দু অস্থ-প্রবেশ বা আর্চকরণের ব্যাকুর বহন করে। ওরাওদের টানা ভক্ত আন্দোলন তাদের সমাজের দেহে প্রচণ্ড আঘাত দিয়েছিল, প্রসারিত করেছিল জীবন-বোধের নতুন দিগন্ত।

তারা শীতলা ও চণ্ডীর পূজা করে, হিন্দুদের মত পূজক ব্রাহ্মণ দিয়ে নয়, নিজেদের দেউড়ী বা দেহেরী দিয়ে। আর শীতলা বা চণ্ডীর কাছে কেবল পাঁঠা নয়, মুরগীও বলি দেয় তাঁদের শ্রীতি সাধনের অস্ত্রে।

এমনভাবে আর্বসংস্কৃতিরও এক বিরটি

রূপান্তর ঘটে। লোকায়ত বিখাসের ধারা ও জীবনযাত্রা আর্থসংস্কৃতির জীবনযাত্রার রূপ-রেখা পাঠে দেয়। ভারতীয় হিন্দু ধর্মের এই সদাশ্রমস্বামী শক্তিই ভারতীয় সমাজ ও সংস্কৃতির বুনিয়েদকে শক্ত করেছে। নানা বিত্তের বা বৈষম্যের মধ্যে ঐক্যতাবকে সদাশ্রমের করে তুলেছে। বতই ভারতের বহুখা বিভক্ত অনগ্রসর সমাজের কাঠামো নিয়ে আলোচনা করা যাবে, ততই আমাদের কাছে ভারতীয় সংস্কৃতির এই চিত্র বার বার উদ্ভাসিত হবে।

মুসলমান রাজত্ব ভারতীয় উপজাতিদের মধ্যে কিছু কিছু অর্থনৈতিক পরিবর্তন আসে। উপজাতি-অধ্যুষিত অঞ্চলে অনেক মুসলমান ব্যবসায়ী নতুন ব্যবসায়ের তাগিদে বসবাস করে। এর ফলে এদের পুরনো অর্থনৈতিক কাঠামো এবং ব্যক্তিসম্পর্কের হের-ফের ঘটে। উপজাতি-অধ্যুষিত অঞ্চলে মুসলমান ব্যবসায়ীর সঙ্গে অন্যান্য হিন্দু ব্যবসায়ীরাও ঐ সকল অঞ্চলে যেতে শুরু করে। উপজাতি সমাজের যে অনির্ভর অর্থনৈতিক ব্যবস্থা বলবৎ ছিল, তার কাঠামো পরিবর্তিত হতে থাকে। আগে যেখানে বদলী ব্যবহার (Barter) জিনিষপত্র কেনাবেচা হতো, কোন প্রয়োজনের দ্রব্যের সঙ্গে অপর প্রয়োজনের দ্রব্যের পাণ্ডা বদল চলতো, সেই আদিম অর্থনৈতিক বুনিয়েদ ধ্বংসে বাণিজ্য সেখানে নগদ অর্থমূল্যের (Cash money) চলন এল। তাছাড়া সংশ্রব ও সংলগ্নত্বের ফলে জীবনযাত্রার বিবিধ দ্রব্যসম্পদের প্রয়োজনও অল্পভূত হলো। এসব বোগান দিতে প্রকৃতি-নির্ভর উপজাতি সমাজের কাঠামো জীর্ণ হতে আরম্ভ করে। ভীল প্রভৃতি উপজাতির জীবনে ইসলাম ধর্ম প্রভাব বিস্তার করলেও বৃহত্তর উপজাতি সমাজ ধর্মাত্মক হবার চেষ্টা করে নি। তাদের কাছে চিরায়ত বাহ্যিক উৎসব ও আড়ম্বরময় পূজা ও অশরীরী শক্তির

আবাসনা অনেক বেশী আকর্ষণীয় ছিল। বিশেষ ভাবে মুসলমান শাসক গোষ্ঠী উপজাতি-অধ্যুষিত অঞ্চলগুলির পুনর্বিজ্ঞাস না করে সামন্ত রাজা বা জমিদারদের উপর বেশী নির্ভরশীল ছিলেন।

ছ-শ' বছরের ব্রিটিশ শাসনে যেমন ভাবে সর্বভারতীয় মানচিত্রের পরিবর্তন ঘটেছে, সঙ্গে সঙ্গে বিভিন্ন গোষ্ঠী বা সমাজের মানচিত্রেরও অভাবনীয় পরিবর্তন ঘটেছে। ব্রিটিশ শাসক প্রথমে উপজাতি অঞ্চল বা উপজাতি গোষ্ঠীকে ভারতীয় সমাজ-সংস্কৃতির এক বিচ্ছিন্ন অংশ বলে ধরে শাসন ব্যবস্থা শুরু করেছিল। যদিও কিছু কিছু স্বনামধন্য বিদগ্ধ প্রশাসক ভারতের বিভিন্ন অঞ্চলের উপজাতিদের জীবন-যাত্রার বিবরণ লিখে গেছেন, তবুও বেশীর ভাগ ক্ষেত্রে উপজাতিদের বিচ্ছিন্ন করে রাখবার জন্তে যে সব ধূর্ত ব্যবসায়ী, সুদখোর, অত্যাচারী জমিদার এদের উপর নির্মম শোষণ চালিয়ে যেত, তারা সবাই সমানে আগের মত অত্যাচার বা শোষণ চালাতে থাকেন। ব্রিটিশ শাসক তাদের সমর্থকদের বা সাহায্যকারীদের সমর্থন বা সাহায্য করতে লাগলেন। ফলে নিপীড়িত মানুষ আরও বেশী অত্যাচারিত হতে লাগলো। এর ফলে এই সকল বহিরাগত গোষ্ঠী বা ব্যক্তি উপজাতি সমাজকে হু-খ-কটে জর্জরিত করে দিতে থাকে। এদের মধ্যে ক্রীতদাস প্রথার মত টাকা ধার দিয়ে সুদের বাবদ কোন ব্যক্তিকে বা তার বংশধরকে দীর্ঘ দিন ধরে বিনা মজুরীতে খাটিয়ে নেবার প্রথা চালু হয়। এই ঋণ-দাসত্ব (Bonded labour) ভারতের বিভিন্ন অঞ্চলে বিভিন্ন নামে পরিচিত। সাগড়ি, গোষ্ঠী, ভেটি প্রভৃতি মধ্য ভারত এবং দক্ষিণ ভারতে ক্রীতদাস প্রথার মতই সুপরিচিত। বিশেষভাবে গোষ্ঠী প্রথার কেবল সুদের বাবদ ঋণকে বা তাদের বংশধরদের আমরণ খাটিতে হতো।

বাহীন অরণ্যচারী উপজাতি কোথাও কোথাও

জঙ্গল কেটে চাষ-আবাদ বা বস্ত্র প্রধার চাষ-আবাদ করেছে। এখনও উপজাতি গোষ্ঠীর এক বিরাট অংশ এই আদিম প্রধার চাষ করে। এর ফলে জঙ্গল ও স্বাভাবিক অরণ্য সম্পদ নষ্ট হয়ে থাকে এবং তুমির ক্ষয় সাধিত হয়। ব্রিটিশ শাসনে উপজাতিদের অরণ্যের উপর এই অবাদ বিচরণ ও অধিকার কেড়ে নেওয়া হয়। এর ফলে অরণ্যকে কেন্দ্র করে তাদের যে অর্থনৈতিক কাঠামো গড়ে উঠেছিল অথবা শিকার বা অস্ত্র উপায়ে যে জঙ্গলের সম্পদ পরিপূরক অর্থনীতির অঙ্গ হিসাবে প্রসারিত হয়েছিল, তার পথ রুদ্ধ হয়। উপজাতি সমাজে অর্থনৈতিক কাঠামো বিধ্বস্ত হলে অরণ্যের অধিকার হারিয়ে পশ্চিমে বাংলার লোথ উপজাতি জীবিকাহীন দল্য-তক্ষর বা স্বভাবদুর্বৃত্ত গোষ্ঠীতে রূপান্তরিত হয়। ছোটনাগপুরের উপজাতি-অধুষিত অঞ্চলে যখন ব্রিটিশের অবসরপ্রাপ্ত সেনাদের পুনর্বাসন করবার ব্যবস্থা হয়, তখন সেখানে প্রচণ্ড বিক্ষোভ ধ্বংসিত হতে থাকে। পরে বিপ্লবের বহি নানা অঞ্চলে ছড়িয়ে পড়ে। উল্লেখযোগ্য উপজাতি বিদ্রোহ হলো 1831-32 সালের কোল বিদ্রোহ। ছোটনাগপুরের বেগার খাটার বিরুদ্ধে বিদ্রোহ প্রচণ্ডতা ধারণ করে। এই সময় মেদিনীপুর অঞ্চলের পাইক বা চুরাড় হাঙ্গামাও উল্লেখযোগ্য। পাইকদের পাইকান জমি বাজেয়াপ্ত করবার ফলে এই আন্দোলন ঘটে। 1857 সালে সিপাহী বিদ্রোহের প্রাকালে সাঁওতাল বিদ্রোহ (1855) ঘটে। Thompson and Garratt এই সম্পর্কে বলেছেন—

“Then without warning, a Santal inundation swept over the outlying regions of Bengal, reaching to within a hundred miles of Calcutta, clearing open the skulls of European and Indian alike, pouring out poisoned arrows, burning huts and bungalows. All

ended, however, as it was bound to end in massacre and executions.”

1887 সালে সরদারি বিক্ষোভ ঘটে, যার প্রধান কারণ নিরিখ বুদ্ধি, বাধ্যতামূলক বেগার খাটা ইত্যাদি। এমনভাবে ব্রিটিশের শাসন ব্যবস্থা কৃষিজীবী মানুষের, মেহনতী মানুষের দুঃখ-দুর্দশাকে আরও গভীর করে দেয়। এই পরিপ্রেক্ষিতে অনেক আদিবাসীর ধারণা হয়েছিল যে, যদি তারা ধর্মান্তরিত হয়, বিশেষভাবে খৃষ্টান হয়, তবে মিশনারীদের চেষ্টার ব্রিটিশ শাসকের অত্যাচার থেকে রেহাই পাবে। ফলে ছোটনাগপুর অঞ্চলে ধর্মান্তরিত হবার এক হিড়িক পড়ে যায়। ঠিক ঐ সময়ে অন্ধ্রপ্রদেশে করা উপজাতিদের মধ্যে এই বিদ্রোহের বহিঃপ্রকাশ হয় শাসকগোষ্ঠীর উপর সমবেত আক্রমণে।

রাঁচি অঞ্চলে মুণ্ডাদের মধ্যে বিরসা মুণ্ডার নেতৃত্বে যে বিরাট গণ-অভ্যুত্থান ঘটে, তা বর্তমানের বাংলা দেশের গণ-আন্দোলনের মত। 1895 সালের এই বিরসা আন্দোলন অনেকটা ধর্মীয় আন্দোলনের মত হলেও তা ছিল প্রধানতঃ ব্রিটিশ শাসক, হিন্দু জমিদার ও মুনাফাখোরদের বিরুদ্ধে। 1911 সালে ওড়িসার কন্দ উপজাতিদের মধ্যে বিক্ষোভ দেখা যায়। 1911 সালে ওরাওঁ উপজাতিদের তকত আন্দোলন সূত্র হয়। এই তকত আন্দোলনগুলির মধ্যে টানা তকতের আন্দোলন উল্লেখযোগ্য। এছাড়া হারদরাবাহ, আদিনাবাদ প্রভৃতি অঞ্চলে ব্রিটিশ শাসনে নানাভাবে উপজাতিদের গণ-অভ্যুত্থান বা বিদ্রোহ ঘটেছিল।

এমনভাবে ব্রিটিশ শাসনে নিরীহ উপজাতি গোষ্ঠীদের মধ্যে শোষণ ও নির্ধাতনের যাত্রা প্রচণ্ডভাবে বেড়ে ওঠে, ফলে তাদের বিদ্রোহের পথে পা বাড়াতে হয়েছিল। ব্রিটিশ শাসনের অবসানে স্বাধীন গণতান্ত্রিক ভারত সরকার সংবিধানের 339 অঙ্কে বর্ণনা করেছেন,—

“The President may at any time and shall at the expiration of ten years from the commencement of the Constitution by order appoint a commission to report on the administration of the Scheduled Areas and the welfare of the Scheduled Tribes in the States.”

ক্রমবর্ধমান সমাজ ব্যবস্থার শিহিরে থাকা উপজাতি গোষ্ঠীদের জীবনের পথকে অনেক সহজ ও সুগম করে বর্ধিকু, বৃহত্তর প্রতিবেশী অস্তান্ত সম্প্রদায় বা গোষ্ঠীজীবনের সঙ্গে সংযুক্তির মাধ্যমে এক প্রবাহ তৈরি করে জাতীয় জীবনে একীকরণ বা সংহতির প্রচেষ্টা হলো উপজাতি উন্নয়ন।

আর্থিক সাহায্য বা ক্ষুদ্র-বৃহৎ অনেক উন্নয়ন প্রকল্প, চাকুরী, লোকসভা বা বিধানসভার নির্দিষ্ট বা সংরক্ষিত আসনের মাধ্যমে এদের অধিকার পুনঃপ্রতিষ্ঠিত হলো। শোষণের বিরুদ্ধে, অবিচারের বিরুদ্ধে রক্ষা করবার জন্তে হলো আইন প্রণয়ন। উপজাতিরা যাতে তাদের কৃষি জমি না হারায় তারও ব্যবস্থা হলো। মোট কথা, জীবনের পরিবর্তন মানে কোন রক্তক্ষয়ী আন্দোলন নয় বরং তাদের সংস্কৃতি ও প্রতিভার দৃষ্ট বিকাশের পথে শিক্ষা, কর্মসংস্থান ও অস্তান্ত উন্নয়নধর্মী কাজের সঙ্গে প্রতিবেশী মানুষের সহযোগিতা, মানসিকতাই হবে এর পাথর। তবুও স্বাধীনতার পর আমাদের দেশে উপজাতিদের মধ্যে নানা আন্দোলন হয়। বিশেষ করে উপজাতি-অধ্যুষিত

আসাম সীমান্তে তা অস্ত রূপ নেয়। মিজো এবং নাগাদের অভ্যুত্থান, স্বতন্ত্র নাগাল্যান্ড ও মেঘালয় রাজ্যের প্রতিষ্ঠা, ঝাড়খণ্ড পার্টির অভ্যুত্থান উপজাতির সমাজ ও জীবনে অনেক উন্নাদনা ও আলোড়ন এনে দিয়েছে। এর মধ্যে স্বভাব-শাস্ত্র, প্রকৃতিবুদ্ধি, নিরীহ উপজাতিদের মানসিকতার ঘটেছে পরিবর্তন। সংবিধানে সিডিউলড অঞ্চল (Scheduled areas) বলে বহু রাজ্যের আদিবাসী অধ্যুষিত অঞ্চলকে চিহ্নিত করা হয়েছে। যে সব অঞ্চলে উপজাতিরাই সংখ্যাগরিষ্ঠ, সে সব অঞ্চলে শাসনের ধারা ও উন্নয়নের কার্যক্রম স্বাভাবিক অঞ্চল থেকে অনেকটা ভিন্ন। ভারতের রাজ্যগুলির মধ্যে অন্ধ্র প্রদেশ, বিহার, মধ্যপ্রদেশ, মহারাষ্ট্র, গুজরাট, উড়িষ্যা, পঞ্জাব ও রাজস্থানে প্রায় 90 লক্ষ উপজাতি লোকেরা 99,693 বর্গমাইল জায়গায় ছড়িয়ে রয়েছে।

বিভিন্ন উন্নয়নের সুযোগে দীর্ঘ এই কয় বছরে উপজাতি সমাজে শিক্ষার যেমন প্রসার ঘটেছে, তেমনি কর্মসংস্থানও হয়েছে। এর কলে যে সকল উপজাতি আন্দোলনের মাধ্যমে নিজেদের জাতি বলে পরিগণিত করেছিল, তাদের কেউ কেউ পুনরায় উপজাতীয় এবং তফসিলী তালিকাভুক্ত হবার প্রয়াস পাচ্ছে। আমরা এই কিরে আসবার মানসিকতাকে মাধ্যমিক উপজাতীয়তা (Secondary tribalisation) বলে অভিহিত করে থাকি। সংবিধানের এই সংরক্ষণ তাদের সজ্জুচিত হবার মদ্য জুগিয়েছে।

জীবন-জিজ্ঞাসা

সূৰ্ধেন্দুবিকাশ কর

পৃথিবী ছাড়া বহির্বিষয়ে আর কোথাও জীবনের অস্তিত্ব আছে কিনা, এই পৃথিবীতে আদিম জীবের সৃষ্টি কিভাবে হলো—এই দুটি প্রশ্নই প্রাচীন কাল থেকে মানুষের মনকে নাড়া দিয়েছে। আমাদের ছায়াপথেই রয়েছে কোটি কোটি নক্ষত্র আর তাদের গ্রহ-উপগ্রহ—সারা বিশ্বে আবার ছড়িয়ে আছে অসংখ্য ছায়াপথ। তাই এই বিশাল বিশ্বে শুধু পৃথিবীতেই জীব-জগতের অনন্ত অধিকার থাকবে, এই কল্পনা বাস্তব নয়। তাত্ত্বিক বিচারে বিজ্ঞানীরা অসম্ভব করেছেন, সারা বিশ্বে প্রায় 10^{17} টি গ্রহে জীবনের অস্তিত্ব থাকা সম্ভব আর আমাদের ছায়াপথে খুব কম করে ধরলেও অন্ততঃ 40টি অথবা বেশী হলে সর্বোচ্চ 5 কোটি গ্রহে জীবনের অস্তিত্ব থাকা উচিত। আমাদের সৌরজগতে অন্ততঃ মঙ্গল ও শুক্রগ্রহে জীবের বসবাস আছে, এরকম সম্ভব-লালিত ধারণাটুকুও মহাকাশ গবেষণার এই প্রথম যুগেই প্রায় নশ্তাং হয়ে গেছে। তবে এই সব গ্রহে পারিপার্শ্বিক অবস্থার সঙ্গে খাপ খাইয়ে নিয়ে হয়তো কিছু জীবাণু টিকে থাকতে পারে, কিন্তু মানুষ বা মানুষের চেয়ে উন্নততর জীব কখনো নয়। তবে হ্যাঁ—অতীতের কোন জীব-জগতের সাক্ষ্য নিয়ে এই সব গ্রহে যদি কোন ফসিল আবিষ্কৃত হয়, তাতে আশ্চর্য হবার কিছু থাকবে না। বাইরের কোন সৌরজগতে আমাদের চেয়ে অসভ্য বা আরো সভ্য জীব থাকতে পারে, এই সিদ্ধান্ত খুব দুঃসাহসের নয়।

বিজ্ঞানীরা যে এই সব ধারণা নিশ্চিত বলেই মনে করেছেন, তার কারণস্বরূপ বলা যায় যে, গত বিশ বছর ধরে জীবন সম্পর্কিত এই প্রশ্ন-

গুলি আর অসম্ভবভিত্তিক নয়—রীতিমত বৈজ্ঞানিক পরীক্ষা-নিরীক্ষার সামিল হয়ে গেছে। কলে গ্রহ সম্পর্কে আমাদের ধারণা যেমন স্পষ্ট হয়েছে, তেমনি জীব-বিজ্ঞানের মৌলিক রহস্যও গবেষণার কলে ক্রমশঃ পরিষ্কার হয়ে উঠেছে। মহাকাশ ও জীব-বিজ্ঞানের গবেষণার অগ্রগতিতে উল্লিখিত দুটি প্রশ্নের উত্তর সঠিকভাবে পাওয়া সম্ভব হয়।

বর্তমানে যে সামান্য কলাকল পাওয়া গেছে, তার উপর নির্ভর করে পৃথিবীর প্রত্নতাত্ত্বিক নিদর্শন, পুরাণ, গাথা প্রভৃতির সাহায্য নিয়ে দানিয়েন (Danien) প্রমুখ কেউ কেউ বলছেন, গ্রহান্তরের সভ্যতর জীবগোষ্ঠীই পৃথিবীতে বর্তমান সভ্যতার পত্তন করেছে। উড়ন্ত চাকী (Flying saucer) সম্পর্কে অসংলগ্নত্বের মধ্যে সেই সভ্যতর জীবগোষ্ঠীর স্ত্র ধরবার চেষ্টা কেউ কেউ করে চলেছেন, যেমন ইয়েতির লন্ধানও করা হচ্ছে বর্তমান মানুষের পূর্বপুরুষ কি ছিল, সেই হারানো স্ত্র (Missing link) পাওয়ার জন্যে। এই সমস্তাগুলিও বৈজ্ঞানিকদের দৃষ্টি আকর্ষণ করেছে। ইয়েতি বা উড়ন্ত চাকী যত দিন না সরাসরি ধরা পড়ছে, সে সম্পর্কে গবেষণা চলতে পারে। সঙ্গে সঙ্গে জীব-বিজ্ঞান ও মহাকাশ গবেষণা থেকে এই প্রশ্নগুলির কিছু উত্তর পাওয়ার চেষ্টা করা যেতে পারে।

এই উত্তর পাওয়ার চেষ্টা আরম্ভ হয়েছে প্রায় 2000 বছর আগে, যখন লুক্রিটিয়াস (Lucretius) বিশ্ব নক্ষত্রজগৎ, জীবজগৎ প্রভৃতি

*সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার বিজ্ঞান, কলিকাতা-9

সৃষ্টির মতবাদ এক সঙ্গে খাড়া করবার চেষ্টা করেছিলেন। সে মতবাদ গৃহীত হয় নি বরং অ্যারিস্টটলের (Aristotle) স্বতঃজন্মন (Spontaneous generation) মতবাদ বেশ চালু হয়েছিল কিছুদিন। তাঁর মতে, অজৈব পদার্থ থেকেই হঠাৎ আপনা-আপনি জীবনের সৃষ্টি হয়। সুতরো শতকে পাস্তরের (Pasteur) আবিষ্কারে এই মতবাদ নশ্তাৎ হলো। নির্বীজ (Sterile) কোষে তো জীবনের সৃষ্টি হয় না! পাস্তরের পর অনেক বছর কেটে গেল। টিণ্ডাল (Tyndal), হাক্সলি (Huxley) প্রমুখ বিজ্ঞানীরা বললেন, জীবন হলো রাসায়নিক পরিবর্তন ও নির্বাচনের জটিল প্রক্রিয়ার ফল এবং তা ধীরে ধীরে পৃথিবীর পরিবর্তনশীল কাঠামোর অণুজগৎ থেকেই সৃষ্টিলাভ করেছে। ১৯২৮ খৃঃ-অব্দে হালডেন (Haldane) ও ওপারিন (Oparin) প্রথম এই প্রশ্নের বিজ্ঞানতিত্ত্বিক মীমাংসা করেন, যা পরীক্ষা-নিরীক্ষার সত্যতা নির্ধারণের অপেক্ষা রাখে। তাঁদের প্রেরণার উৎস হলো উনিশ শতকের ডার্বিন (Darwin) ও লামার্কের (Lamarck) অভিব্যক্তিবাদ। তাঁদের মতবাদে মূল কথা হলো, পৃথিবীর প্রাথমিক আবহমণ্ডলে ছিল না অক্সিজেন, তাতে ছিল শুধু হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন, মিথেন, অ্যামোনিয়া, জল ও কিছু কার্বন মনো- ও ডাই-অক্সাইড। আন্তঃগ্রহ মহাকাশে এই সব বায়ব পদার্থ উড়ে যাওয়ার এবং জলের কটোভিসোসিয়েশন (Photodissociation) ও ক্রোরোকিলের বিশ্লেষণে অক্সিজেন সৃষ্টি হলো—কলে আমাদের বর্তমান আবহমণ্ডলের সৃষ্টি। বিদ্যুৎ, সূর্য ও নভোরশ্মির নানান বিকিরণ এই সব আদিম অণু থেকে জীবন সৃষ্টির তত্ত্বভূমি নিউক্লিক অ্যাসিড ও প্রোটিনের সৃষ্টি করেছে। উরে (Urey), বার্নাল (Bernal) প্রমুখ বিজ্ঞানীরা এই সিদ্ধান্ত প্রমাণ করেছেন। পরবর্তী কালে কটোকেমিস্ট্রি (Photo-chemistry) ও রেডিওকেমিস্ট্রি (Radio-chemistry) বিভিন্ন পরীক্ষা

এই দ্বি-আবহমণ্ডল মতবাদ সম্পূর্ণভাবে সমর্থন করেছে।

এ তো গেল পার্থিব জীবন সৃষ্টির কথা, কিন্তু বহির্বিধে জীবনের সম্ভাবনা তো দূর অন্তঃ। সে যুগে প্রথম যে বস্তুগত বহির্বিধ থেকে পড়েছিল, তা হলো উদ্ভা। ১৮০৬ খৃঃ-অব্দে বিজ্ঞানী ব্যাট (Biot) প্রথম প্রমাণ করলেন যে, এই সব উদ্ভা অপার্থিব। ১৮৩৪ থেকে ১৮৬৬ খৃঃ-অব্দ পর্যন্ত বিভিন্ন গবেষকেরা উদ্ভাপিণ্ডের পরীক্ষার দ্বারা সিদ্ধান্তে পৌঁছলেন যে, উদ্ভার জৈব পদার্থ বর্তমান। এই জৈব পদার্থ হলো হাইড্রোকার্বন—বা অল্প গ্রহজগতের জীবনের অবশ্যকৃত অবশেষ হওয়া বিচিত্র নয়। কিন্তু পাস্তরের পরীক্ষার দেখা গেল যে, উদ্ভা থেকে কোন ব্যাক্টেরিয়া জাতীয় জীব পাওয়া যায় না।

উদ্ভাপিণ্ড পরীক্ষার এখানেই ইতি হয় নি। পরবর্তী কালে ফ্রোম্যাটোগ্রাফী, নিউক্লিয়ার ম্যাগনেটিক রেজোনেন্স (N. M. R.)। মাসস্পেকট্রো-স্কোপি (Mass-spectroscopy) প্রভৃতি উন্নততর যান্ত্রিক কৌশলে উদ্ভাপিণ্ডে যে সব জৈব পদার্থ পাওয়া গেছে, তার মধ্যে আছে প্যারাকিন হাইড্রোকার্বন, অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন (Aromatic hydrocarbon), ফেনল (Phenol), ক্যাটি অ্যাসিড, শর্করা, অ্যামিনো অ্যাসিড (Amino acid)—বা পৃথিবীতে প্রোটিনের উপাদান বলে বিবেচিত হয়, নিউক্লিক অ্যাসিডের কিছু উপাদান, ক্রোরোকিল-জনিত কিছু বৌগিক পদার্থ। কলে পৃথিবীর বাইরে জীবনের অস্তিত্ব সম্পর্কে স্পষ্ট প্রমাণ আমাদের হাতে এসেছে। তাছাড়া ইলেকট্রন স্পিন রেজোনেন্স (E. S. R.) পরীক্ষার জানা গেছে যে, এই সকল উদ্ভাপিণ্ডে জৈব বস্তুর বিশ্লেষণ সারা দেহে ছড়িয়ে থাকে। কলে পৃথিবীপৃষ্ঠের জৈব পদার্থ যে উদ্ভাপিণ্ডের দেহে মিশে যায় নি, তার প্রমাণ পাওয়া যায়। আর একটি পরীক্ষারও চেষ্টা হচ্ছে, তা হলো

উদ্ভাপিতের কার্বনের দুটি আইসোটোপ C^{12} ও C^{13} -এর আপেক্ষিক পরিমাণ নির্ধারণ। কারণ জৈব কার্বনে এই অল্পপাত অজৈব কার্বন থেকে সম্পূর্ণ ভিন্ন।

উদ্ভাপিত থেকে পাওয়া এসব তথ্য ছাড়াও মহাকাশ গবেষণায় জীবনের সন্ধানে অনেক কিছু তথ্য পাওয়া গেছে। কলে অ্যাস্ট্রোবায়োলজি (Astrobiology) একটি নতুন রূপ নিতে চলেছে। কিন্তু পৃথিবীর বাইরে জীবনের অস্তিত্ব সম্পর্কে প্রমাণ এখনও আমাদের হাতে নেই। জেট প্রোপালসন লেবরেটরীর বিজ্ঞানী নর্মান হরোইৎজ্, একটি পরীক্ষার মজলগ্রহে জৈব অণুর অস্তিত্বের সম্ভাবনাত্মক প্রমাণ করতে পেরেছেন। আগামী 1975 খৃঃ-অর্ধে ভাইকিং পরিকল্পনার মজলগ্রহে নামবার চেষ্টা হবে, তাতে ঐ গ্রহে কোন জীবন আছে কিনা, তা পরীক্ষা করবার ব্যৱস্থাতি থাকবে। মহাকাশে সারেনাইড, করম্যান্ডিহাইড প্রভৃতি জৈব রাসায়নিক পদার্থের অস্তিত্ব পাওয়া গেছে। তা থেকে মনে হয়, মহাকাশের অতি বিরল পরিবেশেও এদের অস্তিত্ব বহন সম্ভব, তখন জীবন সৃষ্টিতে রাসায়নিক বিক্রিয়ার এরা অংশীদারও হতে পারে। মজলগ্রহের পৃষ্ঠদেশের তাপমাত্রা পৃথিবীর চেয়ে প্রায় 50° কম, আবহমণ্ডলের চাপ মাত্র 6 মিলিবার ও তার উপাদান জলীয় বাষ্প, কার্বন মনো- ও ডাই-অক্সাইড। হরোইৎজ্, অল্পরূপ একটি আবহমণ্ডল গবেষণাগারে তৈরি করে করম্যান্ডিহাইড তৈরি করতে পেরেছেন।

1975 খৃঃ-অর্ধে দুটি ভাইকিং মহাকাশযান পৃথিবী থেকে যাত্রা করে কয়েক মাস সময়ের মধ্যে মজলগ্রহে নামতে পারবে। তাদের একটি নামবে গভীর উপত্যকা অঞ্চলে, যেখানে তরল জল ও আর্দ্রবৃত্তিক জীবন থাকা সম্ভব। বানগুলিতে

জীবের বংশবৃদ্ধি, কটোসিহেনিস প্রভৃতি প্রক্রিয়া ঘটাবার বাস্তবিক কোশল থাকবে, যাতে মজলগ্রহে জীবনের অস্তিত্ব সম্পর্কে সঠিক ধারণা পাওয়া সম্ভব হয়।

এই সব পরীক্ষা-নিরীক্ষার যদি সত্যই প্রমাণিত হয় যে, মজলগ্রহে জীবের অস্তিত্ব নেই, তবু কোন দিন ছিল কি না, সে প্রশ্নের সমাধান অসম্ভব হতে পারবে। তখন তরসা বৃহস্পতি। বিজ্ঞানী সাগানের মতে, বৃহস্পতির আবহমণ্ডলে প্রচুর মিথেন, অ্যামোনিয়া, হাইড্রোজেন ও সম্ভবতঃ জলীয় বাষ্প আছে। বিজ্ঞানী পোন্নামপেরুমা (Ponnampereuma) বৃহস্পতির ক্রিমি আবহমণ্ডলে পরীক্ষা করে রক্তিমাত তরল পদার্থ পেয়েছেন, যার উপাদান হলো নাইট্রাইল-এর মিশ্রণ। এই মিশ্রণ হাইড্রোলিসিস প্রক্রিয়ার অ্যামিনো অ্যাসিডের জন্ম দিতে পারে। 1972 এবং 1973 খৃঃ-অর্ধে পাইওনিয়ার এক ও জি মহাকাশযানগুলি বৃহস্পতির গা ঘেঁষে যাবে। তারাও কিছু কিছু তথ্য দিতে পারবে আশা করা যায়। 1979 খৃঃ-অর্ধে বৃহস্পতিগ্রহে স্থানীয় মহাকাশযান পাঠাবার পরিকল্পনাও রয়েছে। জীবনের অস্তিত্ব খুঁজতে এই সব পরিকল্পনা তো আমাদের মৌরজগতের মধ্যেই আবদ্ধ। দূর বিধে কোথাও জীবন আছে কি না, তার হৃদিশ কি কখনো পাওয়া যাবে? কোটি কোটি আলোক বছর দূরে কোনও গ্রহে যদি সত্যই সত্য জীব থাকে আর তারা যদি কোন সঙ্কেতও পাঠায়, আমরা পৃথিবীর মাঝে কি কখনো সে সঙ্কেত ধরতে পারবো আর আমাদের পাঠানো কোন সঙ্কেত কি তারা কোন দিন পাবে? বিভিন্ন কণিকা ও বিকিরণ ছড়ানো রয়েছে সারা বিধে—তার কোন অংশটুকু জীবের সৃষ্টি আর কোনটিই বা উত্তম নক্সের স্বাভাবিক উৎস—সে প্রশ্নের উত্তর কোথায়?

ভবিষ্যতের সংশ্লেষিত খাদ্য ও রসায়ন

স্বাধীন বন্দ্যোপাধ্যায়*

এক সময় ছিল যখন প্রকৃতির উপর একান্ত-ভাবে নির্ভর করে মানুষকে খেয়ে-পরে বেঁচে থাকতে হতো। কিন্তু বিজ্ঞানের, বিশেষ করে রসায়ন-বিজ্ঞানের ক্রমোন্নতির সঙ্গে সঙ্গে মানুষ আজ এমন অবস্থার উপনীত হয়েছে যে, প্রকৃতির দাক্ষিণ্য ছাড়াই সে তার জীবনযাত্রার প্রায় সমস্ত সামগ্রীর প্রয়োজন নিজেই মেটাতে পারে। বস্ত্র তৈরির তন্তু, রঞ্জক দ্রব্য, রাবার, তরল আলানী, চামড়া, তেজস্ক্রিয় ইত্যাদি সামগ্রী মানুষ আজ কৃত্রিম উপায়ে সংশ্লেষণ করতে পারে। অবশ্য যুদ্ধের দরুন অথবা কোন অর্থনীতিক বিপর্যয়ের কালে প্রকৃতিজ উপকরণের অভাবের সম্মুখীন হয়েই মানুষকে এসব সামগ্রী কৃত্রিম উপায়ে উদ্ধাবন করতে হয়। এসব সংশ্লেষিত দ্রব্যের প্রত্যেকটি আজ প্রকৃতিজ উপকরণের সঙ্গে গুণগত প্রতিযোগিতার পালা দিতে পারে। আজ পৃথিবীতে লোকসংখ্যা যেরূপ দ্রুত হারে বেড়ে চলেছে, তার কালে মানুষের খাদ্য-সমস্তা ক্রমশঃ প্রকট হয়ে উঠছে। এজন্তে বিজ্ঞানীদের আজ মানুষের প্রয়োজনীয় খাদ্য কৃত্রিম উপায়ে সংশ্লেষণ করবার কথা বিশেষভাবে চিন্তা করতে হচ্ছে। তারই কল হচ্ছে সম্পূর্ণ সংশ্লেষিত খাদ্য।

কৃত্রিম উপায়ে কিভাবে খাদ্য সংশ্লেষণ করা যায়, তার বৈজ্ঞানিক জ্ঞান মানুষ ইতিমধ্যেই আয়ত্ত করেছে। এখানে খাদ্য সংশ্লেষণ বলতে কোন প্রচলিত খাদ্যদ্রব্যকে অল্প কোন খাদ্য রূপান্তরের প্রক্রিয়ার কথাই শুধু বলছি না, রাসায়নিক উপায়ে খাদ্য সংশ্লেষণের বিষয়ই আমরা উল্লেখ করছি। উদাহরণস্বরূপ তথাকথিত বিকল্প মাংসের কথা বলা যায়। এই বিকল্প মাংস

স্বাধীনজাত প্রোটিন থেকে রাসায়নিক প্রক্রিয়ার প্রস্তুত হয়ে থাকে। প্রোটিনকে প্রথমে দারী দ্রবণে দ্রবীভূত করা হয়, তারপর একটি তরল আধারে (Coagulating bath) স্থানীয়ভাবে অল্পপ্রতি করে অত্যন্ত উপকরণের সঙ্গে মিশিয়ে মাংসের আদম্পন্ন করা হয় এবং গরু বা ভেড়া, মুরগী, মাছ বা শূকরের মাংসের অল্পকম হিসাবে বাজারে ছাড়া হয়। বস্তুতঃ এই উপায়ে প্রস্তুত শূকরের মাংসের যথেষ্ট চাহিদা বিদেশী বাজার দেখা দিয়েছে। কিন্তু এই জিনিষগুলি যথার্থ সংশ্লেষণ জাত নয়, কারণ এই মাংস বা মাছের অল্পকম বস্তুটির মূল উপকরণ হচ্ছে কোন প্রকৃতিজ খাদ্যদ্রব্য। ঈষ্ট বা ব্যাক্টেরিয়ার দেহ থেকে এখন একক-কোষ প্রোটিন (Single-cell protein, সংক্ষেপে SCP) নিষ্কাশন করা হচ্ছে। এই ঈষ্ট বা ব্যাক্টেরিয়া এমন ধরণের খাদ্যদ্রব্যের উপর জন্মায়, যার মূল উপকরণ হচ্ছে তরল বা গ্যাসীয় পেট্রোলিয়ামের একটি তথ্য।

একক-কোষ প্রোটিন, পাতা থেকে নিষ্কাশিত প্রোটিন, মাছের অল্পকম খাদ্য এবং এই ধরণের অত্যন্ত সামগ্রীগুলি সম্পর্কে আজ বিদেশী লোকদের মধ্যে আগ্রহ হ্রাস হলেও তাদের ব্যবহার তেমন প্রসার লাভ করে নি। সেই সঙ্গে একথাও আমরা বলতে পারি, সম্পূর্ণ খাদ্য না হলেও খাদ্যের প্রধান প্রধান উপকরণের রাসায়নিক সংশ্লেষণের প্রতি আজও তেমন দৃষ্টি পড়ে নি। ভিটামিন-A, ভিটামিন-B কমপ্লেক্স-এর থিয়ামিন, রিবোফ্লাবিন, নিয়াসিন, ভিটামিন-C বা অ্যান্টিস্কর্বিটিক অ্যাসিড, ভিটামিন-D এবং অত্যন্ত ভিটামিন

সামগ্রী আজকাল ব্যাপক হারে রাসায়নিক উপায়ে প্রস্তুত হচ্ছে। ভিটামিন-A এবং ভিটামিন-D আজকাল মার্গারিনের (Margarine) সঙ্গে ব্যাপকভাবে মেশানো হয়। পাশ্চাত্য দেশসমূহে কৃষি প্রস্তুতের সময় ময়দার সঙ্গে B-ভিটামিন-মেশানো হয় এবং প্রাচ্য দেশগুলিতে চালের ঝাণ্ডমান বুদ্ধির জন্তে তা মেশানো হয়। ভিটামিন-C আজকাল অপেক্ষাকৃত কম দামে টন টন প্রস্তুত হচ্ছে এবং ঠাণ্ডা পানীয়, নির্জল আলু ও শুঁড়া ও অভ্যস্ত অনেক ঝাণ্ডসামগ্রীর সঙ্গে মেশানো হয়। এই সব ভিটামিনের সনাক্তকরণ, তাদের কার্যকলাপ আবিষ্কার এবং অপেক্ষাকৃত কম দামে তাদের প্রস্তুতের উপায় উদ্ভাবন রসায়ন-বিজ্ঞানের একটি গুরুত্বপূর্ণ কৃতিত্ব। আরও উল্লেখযোগ্য যে, আমাদের জীবনকালের মধ্যেই এই কৃতিত্ব এবং শিল্পভিত্তিক সাফল্য অর্জিত হয়েছে।

আগেই উল্লেখ করা হয়েছে, পাশ্চাত্য দেশগুলিতে আজকাল পাউকটিতে ভিটামিন-B, ক্যালসিয়াম ও লোহা মেশানো হয়। এর কারণ হচ্ছে জনসাধারণের মধ্যে এমন অনেক দরিদ্র ও অসম্মল লোক আছে, যারা দেহরক্ষার জন্তে প্রয়োজনীয় পুষ্টির উপাদানগুলি তাদের ঝাণ্ডে পর্যাপ্ত পরিমাণে পায় না। দেহরক্ষার জন্তে ভিটামিন ইত্যাদি উপাদান যেমন প্রয়োজনীয়, তেমনি প্রোটিনও পর্যাপ্ত পরিমাণে প্রয়োজন। পাশ্চাত্য দেশগুলিতে মানুষের ঝাণ্ডে প্রোটিনের অভাব তেমন দেখা যায় না। কিন্তু প্রাচ্য দেশগুলিতে মানুষের ঝাণ্ডে, বিশেষ করে শিশুদের ঝাণ্ডে প্রোটিনের অভাব খুবই প্রকট। তবে অভাবটা ঠিক প্রোটিনের না-ও হতে পারে। সাধারণতঃ একটি অ্যামিনো অ্যাসিডের অভাব বিশেষভাবে দেখা যায় এবং সেটি হচ্ছে লাইসিন (Lysine)। উচ্চমানের (এবং উচ্চ মূল্যের) প্রাণিজ ঝাণ্ডে পর্যাপ্ত পরিমাণে লাইসিন বিস্তারিত থাকে। ঝাণ্ডাশক্তির প্রোটিনেও লাইসিনের পরিমাণ কম নয়। মানুষের ঝাণ্ডে

লাইসিনের অভাব দূরীকরণের জন্তে লাইসিন এবং অন্য কয়েকটি অ্যামিনো অ্যাসিড আজকাল ব্যাপকহারে কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত করা হচ্ছে।

কিন্তু ভিটামিন এবং অ্যামিনো অ্যাসিড দেহের পুষ্টির জন্তে অপরিহার্য হলেও মানুষের সামগ্রিক ঝাণ্ডের তারা হচ্ছে অংশবিশেষ মাত্র। রসায়ন-বিজ্ঞানীরা কি মানুষের সামগ্রিক ঝাণ্ড সংশ্লেষণ করতে পারেন না? এর উত্তরে বিজ্ঞানীরা বলবেন—হ্যাঁ, তারা তা পারেন।

বছর দুই আগে ঝাণ্ড-বিজ্ঞানীরা মার্গারিন বা কৃত্রিম মাখন আবিষ্কারের শতবার্ষিকী পালন করেছেন। আমরা জানি, মার্গারিন হচ্ছে মাখনের অঙ্কুর। বাজারে প্রাপ্ত যে কোন চর্বিতে শোধন, গন্ধমুক্ত ও হাইড্রোজেন সংযোগ করে রাসায়নিক প্রক্রিয়ার যে ক্ষুদ্রাকার কেমাসিত বস্তু পাওয়া যায়, তাই হলো মার্গারিন। মার্গারিনকে যদিও সাধারণতঃ কৃত্রিম মাখন বলা হয়, তথাপি এটি কিন্তু প্রাণিজ চর্বি থেকে তৈরি হয়। তবে পেট্রোলিয়াম থেকেও মার্গারিন প্রস্তুত করা হয়েছে। 1884 সালে পেট্রোলিয়ামের হাইড্রোকার্বন অংশ (বা ঝাণ্ডা চলে না) থেকে স্নেহজ অ্যাসিড (বা ঝাণ্ডা চলে) প্রথম প্রস্তুত করা হয়। গোড়ার দিকে যে সব পদ্ধতি অঙ্কুরণ করে এই স্নেহজ অ্যাসিড প্রস্তুত করা হতো, তাতে স্নেহজ অ্যাসিডের মিজনের সঙ্গে আরও অনেক জিনিষ মিশ্রিত থাকতো এবং অব্যাহিত অভ্যস্ত পদার্থ থেকে স্নেহজ অ্যাসিডকে পৃথক করা সহজসাধ্য ছিল না। এমন কি, 1917 ও 1918 সালে জার্মেনী ও মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে এই উপায়ে যে স্নেহজ অ্যাসিড প্রস্তুত হতো, তাতেও এক বিশেষ ধরনের গন্ধ থেকে যেত। গত 20 বছরে এই সব সমস্যার অনেক-খানি সমাধান করা গেছে। দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধ শেষ হবার আগে জার্মেনীতে চারটি বড় কারখানার অজার-জাত পেট্রোলিয়ামের একটি হাইড্রোকার্বন অংশ থেকে চর্বি বা স্নেহজ প্রস্তুত করা হতো।

এই চর্বি থেকে মার্গারিন বা কৃত্রিম মাখন প্রস্তুত করা হতো। ইঁদুর, গিনিপিগ, খরগোশ, কুকুর ও ভেড়া থেকে এই মার্গারিন খাইয়ে পরীক্ষা করে দেখবার পর ডুবোজাহাজের নাবিকদের খাঞ্জে এই মার্গারিন ব্যবহার করা হয়। এই সংশ্লেষিত মাখন দুধের প্রোটিন থেকে সম্পূর্ণ মুক্ত হওয়ার মানুষের দেহের বিপাকে সহজে গ্রহীত হতো। কিছুদিন রেখে দিলে এই মাখনে একটা গন্ধ সৃষ্টি হয় বলে খবর পাওয়া যায়। তবে এই গন্ধ (যদিও অস্বাদু নয়) পেটোলেন্‌গন্ধ থেকে ভিন্ন রকমের।

সম্পূর্ণ সংশ্লেষিত খাদ্যের প্রথম সফল উদাহরণ হচ্ছে এই কৃত্রিম মাখন। যখন এই মাখন বাজারে প্রথম ছাড়া হয়, তখন এতে তিনটি ক্রটি ছিল। প্রথম ক্রটি হলো, এর রাসায়নিক সংযুতি স্বাভাবিক মাখনের সংযুতির চেয়ে কিছুটা ভিন্ন ধরনের। স্বাভাবিক স্নেহজ অ্যাসিডের আণবিক দৈর্ঘ্য জোড় সংখ্যক কার্বন পরমাণু থাকে, কিন্তু সংশ্লেষিত মাখনের আণবিক দৈর্ঘ্য জোড় ও বিজোড় উভয় সংখ্যক কার্বন পরমাণু নিয়ে গঠিত। সংশ্লেষিত মাখনের আণবিক শৃঙ্খল (Molecular chain) কখনও আবার শাখায় বিভক্ত হয় এবং এই শাখার কোন কোনটিতে ডাই-কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড-বর্গ থাকতে পারে। এই তারতম্যের ফলে সংশ্লেষিত মাখন ব্যবহারকারীদের সামান্য পেটের গোলমাল হতে পারে। তবে গবেষণার সাহায্যে এই ক্রটি দূর করা যেতে পারে।

সংশ্লেষিত মাখনের দ্বিতীয় ক্রটি হচ্ছে গন্ধ। এই ক্ষেত্রে রাসায়নিক সংশ্লেষণের সাহায্য নিয়ে n-Propyl acetate, λ -undecalone এবং methyl-3-methyl thiopropionate ব্যবহার করে ভ্রাশপাতি, পীচেল ও আনারসের স্বাদ এবং iso-pentyl isovalerate-এর সাহায্যে আপেলের স্বাদ সৃষ্টি করা যায়।

সংশ্লেষিত চর্বির তৃতীয় ক্রটি হচ্ছে স্বাভাবিক

চর্বির তুলনায় এর দাম অত্যন্ত বেশী। যুদ্ধের প্রয়োজনে সংশ্লেষিত বা কৃত্রিম রাবার যখন প্রথম ব্যবহার করা হয়, তখন প্রাকৃতিক রাবারের তুলনায় এর দাম ছিল খুব বেশী। কিন্তু আজ কৃত্রিম রাবারের দাম যেমন অনেক কমে গেছে, তেমনি এর ব্যবহারও অনেক বেড়েছে। গত দশ-পনেরো বছরের মধ্যে সংশ্লেষিত ভিটামিন এবং অ্যামিনো অ্যাসিডেরও দাম অনেক কমেছে। অস্বাদুভাবে আমরা আশা করতে পারি, কৃত্রিম চর্বি প্রস্তুতের গবেষণার যদি বর্ধোচিত গুরুত্ব আরোপ করা হয়, তাহলে আগামী কয়েক বছরের মধ্যে কৃত্রিম চর্বির দামও অনেক কমে যাবে।

কৃত্রিম চর্বি সংশ্লেষণের প্রয়োজনীয় জ্ঞান ও কারিগরী কৌশল বিজ্ঞানীরা ইতিমধ্যেই অর্জন করেছেন। তবে কৃত্রিম উপায়ে প্রোটিন সংশ্লেষণের পথে এখনও অনেক বাধা আছে। প্রোটিনের আণবিক গঠনের ত্রিমাত্রিক অ্যামিতি অতীব জটিল এবং এই ধরনের অণু এক-একটা করে গড়ে তোলা প্রায় অসম্ভব। একেত্রে মুনকিল-আসান হিসাবে ক্লোরিডা বিশ্ববিদ্যালয়ের অধ্যাপক সিড্‌নি ফল্স একটি বিকল্প পন্থার সন্ধান দিয়েছেন। অধ্যাপক ফল্স দেখিয়েছেন, মিথেন গ্যাস (CH_4) এবং অ্যামোনিয়ার (NH_3) মধ্যে যখন যথোপযুক্ত তাপমাত্রার ও চাপে বিক্রিয়া সংঘটিত হয়, তখন একাধিক অ্যামিনো অ্যাসিড একসঙ্গে সংশ্লেষিত হয়ে থাকে। এরপর অ্যামিনো অ্যাসিডের একটি উপযুক্ত মিশ্রণ নির্বাচন করে যদি উচ্চ তাপমাত্রার তিন-চার ঘণ্টা ধরে উত্তপ্ত করা যায়, তাহলে একটি পলিমার (Polymer) বা বহুগুণক অণুবিশিষ্ট পদার্থের সৃষ্টি হয়। এই পলিমারে প্রোটিনের বহু বৈশিষ্ট্য দেখা যায়। একই উপায়ে প্রায় এক শতাধী আগে রসায়ন-বিজ্ঞানী বার্বেলো (Berthelo) কৃত্রিম অ্যাসিডের সাহায্যে প্র-

ক্রোজকে (Glucose) উদ্ভূত করে ডেক্সট্রিন (Dextrin) প্রস্তুত করেছিলেন। ডেক্সট্রিন হচ্ছে একটি কার্বোহাইড্রেট। মানুষের খাদ্য প্রস্তুতের জন্তে এই বিক্রিয়া এখনও পর্যন্ত কাজে লাগানো হয় নি। তবে রসায়ন-বিজ্ঞানে আমাদের বর্তমান জ্ঞানের ভিত্তিতে আমরা বলতে পারি, বার্ধেলোর পদ্ধতি সম্পর্কে আরও ব্যাপক গবেষণা চালানো নিরর্থক হবে না। এমন কি, এই বিক্রিয়ার মূল উপকরণ গ্লুকোজ ও ফরমোজ বিক্রিয়ার (Formose reaction) সাহায্যে ফরম্যালাডিহাইড থেকে সংশ্লেষণ করা যেতে পারে। এক শতাব্দীরও আগে 1861 সালে রসায়ন-বিজ্ঞানী বাটলরো (A. Butlerow) এই ফরমোজ বিক্রিয়া উদ্ভাবন করেন।

উদ্ভিজ্জ রঞ্জক, উদ্ভিজ্জ ও প্রাণিক বস্তুতন্ত্র, প্রকৃতিজ রাবার এবং সাবান প্রধানতঃ ভোজ্য চর্বি থেকে প্রস্তুত হয়। কিন্তু এখন এদের স্থান অবিকার করেছে কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত পরিপূরক-গুলি। কৃত্রিম উপায়ে চর্বি, প্রোটিন এবং কার্বো-হাইড্রেট প্রস্তুতের মৌলিক জ্ঞান বিজ্ঞানীর ইতিমধ্যেই অর্জন করেছেন। এখন বা প্রয়োজন, তা হলো খাদ্য-বিজ্ঞানীদের উপযুক্ত কারিগরী পদ্ধতি উদ্ভাবন—যার সাহায্যে সম্পূর্ণ সংশ্লেষিত খাদ্যদ্রব্য প্রস্তুত করা সম্ভব হবে। তার এই সংশ্লেষিত খাদ্য প্রস্তুতের পথ প্রশস্ত হলে মানুষের ক্রমবর্ধমান খাদ্য-সমস্যার প্রকৃতিজ খাদ্যদ্রব্যের পরি-পূরক হিসাবে তা নিঃসন্দেহে অনেকখানি সহায়তা করতে পারবে।

অভিনব প্রোটিনসমৃদ্ধ খাদ্য

মার্কিন কৃষি-বিজ্ঞানীরা মেহজাতীয় পদার্থের মধ্যে দই ভেজে অতি উচ্চ প্রোটিনসমৃদ্ধ খাদ্য প্রস্তুত করেছেন। এই জিনিষটি খেতে অনেকটা মাংসের মত। অনেককণ ধরে ভাজলেও এর গুণাগুণের খুব একটা পরিবর্তন হয় না। তারপরে রুচি অল্পস্বাদী একে সুগন্ধিযুক্তও করা যেতে পারে। পৃথিবীর স্বল্পোন্নত রাষ্ট্রসমূহে অল্পপূরক পুষ্টিকর খাদ্য হিসাবে এই জিনিষটি ব্যবহার করা যেতে পারে। দইয়ের মধ্যে প্রচুর পরিমাণে প্রোটিন আছে। তাহলেও দুধ ও দুগ্ধজাত অন্ত্যান্ত বস্তুর মধ্যে যে প্রোটিন থাকে, তার সঙ্গে দইয়ের প্রোটিনের পার্থক্য অনেক।

ওরালিংটনের মার্কিন কৃষি-গবেষণা কৃত্যকের পুষ্টি-বিভাগের রসায়ন-বিজ্ঞানী নোবল পি. ওং এবং ওরেন ডব্লিউ. পার্কস এই নতুন খাদ্যবস্তুটি তৈরি করেছেন। তারা প্রথমতঃ মাখনতোলা দুধে সামান্য পরিমাণ ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড মিশিয়ে দই তৈরি করেন। তারপর সেই দইকে জাল দেওয়া হয়। জাল টেনে বাবার পর নামিয়ে ঐ জিনিষকে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র খণ্ডে কেটে নেবার পর সেই সকল খণ্ডকে ঘি প্রভৃতি মেহজাতীয় পদার্থে ভাজা হয়।

এই ভাজা দই জলের মধ্যে ডুবিয়ে হিমাধারে প্রায় দু-সপ্তাহ অবিকৃত রাখা যেতে পারে। আর বীজাণুশূন্য করে ঘরের তাপমাত্রায় প্রায় তিন মাস রাখা চলে। এই খাদ্যবস্তুটিকে নিয়ে আরও পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালানো হচ্ছে।

সবুজ বিপ্লব

দীর্ঘকাল অক্লান্ত গবেষণায় কলে তিন বছর পূর্বে মেক্সিকোতে অতি উচ্চ ফলনশীল গম উদ্ভাবিত হয়েছে। ভারত, পাকিস্তান ও এশিয়ার অন্যান্য দেশে এই গমের বীজ ব্যবহারের ফলে ফসলের উৎপাদন আশাতিরিক্ত হারে বৃদ্ধি

ভারত, পাকিস্তান প্রভৃতি বিভিন্ন দেশে যে সব ক্রিয়াপদ্ধতি অনুসৃত হচ্ছে, নিশ্চয় বিপ্লবরূপে মেক্সিকোতে তার সূচনা হয়েছিল 20 বছরেরও আগে। 1943 সালে মেক্সিকো সরকারের আমন্ত্রণে ও রকফেলার ফাউন্ডেশনের অর্থ-সাহায্যে



পাজাবে কৃষকদের সঙ্গে সবুজ বিপ্লবের উদ্গাতা ডক্টর নরম্যান বোরলগ (বামে)।

পেয়েছে। এথেকেই 'সবুজ বিপ্লব' কথাটার উৎপত্তি। কৃষি-বিজ্ঞানী ডক্টর নরম্যান ই. বোরলগ এর উদ্গাতা। ধান, গম প্রভৃতি ছাড়াও উচ্চ ফলনকর অন্যান্য শস্যাদি উৎপাদনের ক্ষেত্রে আজ

মেক্সিকোর খাদ্য-সমস্যার সমাধানেরে ডক্টর বোরলগ বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিবিজ্ঞার যৌথ প্রয়োগে উদ্যোগী হন। মেক্সিকোতে এসব পরীক্ষা-নিরীক্ষা চলেছিল কতকটা যত্নের গতিতে দীর্ঘ সময় ধরে।

মেক্সিকোর চাহিদা মেটাবার উপযোগী খাদ্যশস্য উৎপাদনে প্রায় 12 বছর অতিক্রান্ত হয়ে যায়। তারপর থেকেই মেক্সিকো গমের ব্যাপারে স্বরস্তর তো বটেই, অস্তান্ত প্রধান খাদ্যশস্যের ব্যাপারেও বাবলঘী হয়ে উঠেছে।

1960 সালে রাষ্ট্রসংঘের খাদ্য ও কৃষি-সংস্থা ডক্টর বোরলগকে মরক্কো থেকে ভারত পর্যন্ত বিস্তৃত অঞ্চলে কোথায় কতটা গম উৎপাদনের প্রয়োজন, সে বিষয়ে সমীক্ষার কাজ চালাতে অগ্ররোধ করেন। এই ব্যাপারে বহু দেশ সফর করবার সময় তিনি ঐ বিষয়ে বহুবিধ তথ্যাদি সংগ্রহ করেন।

1964 সালে মেক্সিকো থেকে অল্প পরিমাণ বীজ আমদানী করা হয় ভারতের গবেষণা কেন্দ্রগুলিতে পরীক্ষার জন্তে। পরের বছর আমদানী করা হয় আরও বেশী পরিমাণে। দু-বছর পরীক্ষা চালাবার পর ভারত সরকার প্রচুর বীজ আনাবার ব্যবস্থা করেন। এর ফলেই খাদ্যোৎপাদন অসম্ভব রকম বেড়ে যায়। গত তিন বছরে ভারত, পাকিস্তান ও ফিলিপাইন দ্বীপপুঞ্জে উচ্চ ফলনশীল ধান, গম প্রভৃতি ছাড়াও উচ্চ ফলনশীল রবিশস্যাদি উৎপাদনেও উন্নতি পরিলক্ষিত হয়েছে। তাছাড়া আফগানিস্তান, সিংহল, ইন্দোনেশিয়া, ইরান, কোরিয়া, মালয়, মরক্কো, খাইল্যাও, টিউনিসিয়া ও তুরস্ক প্রভৃতি দেশেও উচ্চ ফলনশীল রবিশস্যাদি উৎপাদনে অগ্রগতি দেখা যাচ্ছে। বিশ বছর অক্লান্ত সাধনার ফলে মেক্সিকো আজ গম উৎপাদনে স্বয়ংসম্পূর্ণতা অর্জন করেছে এবং এশিয়া ও আফ্রিকার বিভিন্ন দেশেও উচ্চ ফলনশীল গম উৎপাদনে প্রেরণা জোগাচ্ছে। অতি উচ্চ ফলনশীল গম উদ্ভাবনের জন্তে ডক্টর বোরলগকে 1970 সালের নোবেল শান্তি পুরস্কার দানে সম্মানিত করা হয়েছে।

ভারতে বর্তমানে প্রতি বছর 4% হারে খাদ্যশস্যের উৎপাদন বাড়ছে, সেই সূত্রে লোক

সংখ্যা বাড়ছে বছরে 2.5% হারে। যে হারে লোকসংখ্যা বৃদ্ধি পাচ্ছে, তার মোকাবিলা করা সম্ভব না হলে কেবল উচ্চ ফলনশীল শস্যাদি উৎপাদনেই খাদ্য-সমস্যার স্তূঠ সমাধান সম্ভব নয়। তাছাড়া কেবল উচ্চ ফলনশীল জাতের বীজ হলেই হবে না, উপযুক্ত পরিবেশ (আবহাওয়া ইত্যাদি), উপযুক্ত সার, সংরক্ষণ ও কীটপতঙ্গ ঔষধাদির যথোপযুক্ত ব্যবস্থা হলেই তবে সবুজ বিপ্লব সার্থকতার পথে দ্রুত অগ্রসর হতে পারবে।

পাঞ্জাবে সবুজ বিপ্লব অর্থাৎ গমের উৎপাদন অতুতপূর্ব সাক্ষ্য লাভ করেছে। এমন কি, মেক্সিকো 'বামন গমের' সাহায্যে ভারত 5 বছরে বা উৎপাদন করেছে, সেই লক্ষ্যে পৌঁছতে মেক্সিকোতেও 15 বছর লাগতো। গবেষণার ফলে প্রচুর ফলনশীল বীজের উৎপাদন এবং ব্যাপকভাবে সেই বীজের ব্যবহারে পাঞ্জাব এবং তার দেবদেখি উত্তর ভারতের অনেক জায়গায় গমের ফলনের পরিমাণ বিস্ময়করভাবে বেড়ে গেছে। ফলে আমাদের দেশে হালআমলে গমের উৎপাদনের দিক থেকে একটা যে বিপ্লব সাধিত হয়েছে, তাতে সন্দেহ নেই। অবশ্য এই সবুজ বিপ্লব এখনও আমাদের সম্পূর্ণ করারত হয় নি। বিদেশ থেকে (পি. এল. 480) এখনও আমাদের গম আনতে হচ্ছে এবং দেশের দুর্দিনের আশঙ্কা তা মজুদ করে রাখতে হচ্ছে।

নতুন ধরণের ছুট্টা ও গম প্রভৃতি শস্য উৎপাদনের ফলে বিভিন্ন দেশে সবুজ বিপ্লবের সূচনা হয়। 1963 সালে ভারত রকফেলার ফাউন্ডেশনকে অগ্ররোধ করেন ডক্টর বোরলগকে এদেশে পাঠাতে। তিনি ভারতে এক মাস অতিবাহিত করে মেক্সিকো জাতের গম এদেশে রোপণের অভিমত প্রকাশ করেন। এই নতুন ধরণের গমের চাষ ইতিমধ্যেই ভারত, পাকিস্তান, নেপাল, তুরস্ক, ইজ্রায়েল, জর্ডন, টিউনিসিয়া, সুদান, আফগানিস্তান প্রভৃতি দেশে হয়েছে—বিশেষ

করে ভারত, পাকিস্তান ও মেক্সিকোতে এই ধরনের গম ও ভুট্টার চাষ করে যে পরিমাণ ফসল পাওয়া গেছে, সেই পরিমাণ ফসল অন্তর্জাতের ভুট্টা ও গম চাষ করে এর আগে আর কখনও পাওয়া যায় নি।

বেশী ফলনের জন্তে সারের সঙ্গে দরকার উন্নত জাতের বীজ। বৈজ্ঞানিক পদ্ধতিতে উদ্ভাবিত সফর জাতের বীজ কৃষিতে বিপ্লব এনে দিয়েছে। এগুলির সার গ্রহণের ক্ষমতা যেমন বেশী, তেমনি বিশেষ বিশেষ আবহাওয়া ও পরিবেশের উপযোগী করে তৈরি করাও সম্ভব। উন্নত ধরনের বীজ নিয়ে গবেষণা ও উৎপাদনের জন্তে ১৯৬০ সালে জাশ-জাল সীড কর্পোরেশনের সৃষ্টি হয়েছে। এরা ইণ্ডিয়ান এগ্রিকালচার রিসার্চ ইনস্টিটিউশনের সহ-যোগিতায় ও আমেরিকার সহায়তায় অনেক নতুন জাতের সফর বীজ তৈরি করেছেন। জয়া, পদ্মা, গজা—১০১, ২৩৩-রঞ্জিত, ডেকান, হিমালয়-১২৩ প্রভৃতি ভুট্টার বীজ, সি. এস. এইচ-১ ও ২ জোয়ার, এইচ. বি-১ বজরা, সোনারা গম-৬৪, লারসা বোজো-৬৪ ও সবুজী সোনারা গম, এ. ডি. টি-২৭, তাইচুং নেটিভ-১, তাইনান-৩, আই. আর.-৭ ও ৪ ধান, অ্যাসিরিয়া মিটুও বাদাম, পুসা শাওয়ারি চ্যাডস এবং নেগেভিল ছোলা ইত্যাদি বহু রকমের সফর বীজ নিয়ে গবেষণা চলছে। তাছাড়াও এই কর্পোরেশন পুসা কৃষি টোম্যাটো, পুসা পার্পল বেগুন, পুসা কাটকি ফুলকপি, পুসা লকা প্রভৃতি নতুন জাতের উচ্চ ফলনক্ষম সবজীর বীজও তৈরি করেছে। ইণ্ডিয়ান কাউন্সিল অব এগ্রিকালচার রিসার্চের তত্ত্বাবধানে উন্নত ধরনের আম, শসা, লেবু, আঙ্গুর, পেয়ারা, আনারস ও আপেলের বীজ উৎপাদনের কাজও চলছে। বেশী ফলন ছাড়াও অত্যন্ত উৎকর্ষ আনবারও চেষ্টা হচ্ছে। রটগেন রশ্মি প্রয়োগে অধিকতর প্রোটিনসমৃদ্ধ গমের বীজও তৈরি করা সম্ভব হয়েছে। তাছাড়া পারমাণবিক রশ্মি প্রয়োগেও অধিক ফলনশীল উন্নত জাতের ধান, গম,

বার্লি, সরিষা, শীচ প্রভৃতির উন্নত ধরনের বীজ উৎপাদন করা হয়েছে। উন্নত বীজের ফসল একটা উপাধরণ থেকেই বোঝা যাবে—উপযুক্ত সার প্রয়োগে তাইচুং নেটিভ-১ ধান হেক্টর প্রতি প্রায় ৬০০০ কেজি পাওয়া গেছে, যেখানে প্রচলিত জাতের বীজ থেকে পাওয়া যেত ৭০০ থেকে ১০০০ কেজি মাত্র।

কেবল ফলন বৃদ্ধি পেলেই সমস্যার সমাধান হবে না—উপযুক্ত সংরক্ষণ ব্যবস্থা ও বিলি-ব্যবহার প্রয়োজন। হরিয়ানার রেওয়া বাজারে গম বিক্রয় করতে এসে চাষীরা মাথার হাত দিয়ে বসে পড়েছে। চাষীরা এবার প্রচুর গম ফলিয়েছে। উটের শিঠে চালিয়ে সেই গম তারা বাজারে বিক্রয়ের জন্তে নিয়ে আসছে। প্রতিদিন গমের বস্তার বাজার ছেঁদে যাচ্ছে। কিন্তু যে পরিমাণ গম আসছে, তার তুলনার ধরিদারের অভাব। ব্যাপারী ও ফড়েরা গমের যে দাম দিতে চাইছেন, তাতে চাষীরা হতাশ হয়ে পড়েছে। যে গমের জন্তে গত বছর কুইন্টাল শিছু ৪৪ টাকা দাম পাওয়া গেছে, এবার তার জন্তে কুইন্টাল শিছু ৬০ টাকার বেশী দাম উঠছে না। আরও আশ্চর্য্য খবর এই যে, নির্ধারিত মূল্যে বাজার থেকে গম কিনে নিয়ে যাবার জন্তে চণ্ডী-গড়ে ফুড কর্পোরেশন অব ইণ্ডিয়ার অফিসে খবর পাঠানো হয়েছিল। এর উত্তরে জানানো হয়েছে, ফুড কর্পোরেশন ঐ গম কিনতে উৎসুক নয়। অথচ বেশী ফসল উৎপন্ন করে পড়তি বাজার দরের থাকায় চাষীরা যাতে মার না খায়, সে জন্তে ফসলের নিম্নতম দাম বেঁধে দেওয়া আছে এবং ফুড কর্পোরেশনের এই দামে ফসল কিনে বাজার দর ঠিক রাখবার কথা। অধিক ফসল উৎপাদনে উৎসাহ দেওয়া যেখানে সরকারী নীতি, সেখানে বাস্তবে তার বিপরীত কাজেই করা হচ্ছে।

বর্তমানে কৃষি পণ্য উৎপাদনের ক্ষেত্রে দ্রুত উন্নতি ঘটছে। একে বলা হয় সবুজ বিপ্লব।

এর মূলে যে ক'জন বিশিষ্ট বিজ্ঞানী রয়েছেন, তাঁদেরই অল্পতম হচ্ছেন নোবেল পুরস্কার প্রাপ্ত ডক্টর নরম্যান আর্নেস্ট বোরলগ। দূরপ্রাচ্য ও প্রশান্ত মহাসাগরীয় অঞ্চলে যে অতিরিক্ত কলনশীল ধান উদ্ভাবিত হয়েছে, তাও বোরলগ কর্তৃক এই নব উদ্ভাবিত গম উৎপাদনের কার্যপদ্ধতি অনুসরণেরই ফল। ভারত, নেপাল, আফগানিস্তান, পাকিস্তান, সুদান, ইজরায়েল প্রভৃতি রাষ্ট্র এই ধরণের গম ও ধান চাষ করে খুবই লাভবান হয়েছে।

পৃথিবীর বিভিন্ন দেশের অধিবাসীদের বেঁচে থাকবার জন্তে খাদ্যশস্যের উৎপাদনই নির্ভর করতে হয়। প্রোটিনসমৃদ্ধ স্নায়ু খাদ্য সংগ্রহ তাদের পক্ষে সম্ভব হয় না। কিন্তু কার্বন, হাইড্রোজেন ও নাইট্রোজেনের সমবায়ে গঠিত প্রোটিনের অল্পতম উপাদান লাইসিন নামে এক প্রকার অ্যামিনো অ্যাসিড দেহের পুষ্টির পক্ষে একান্ত প্রয়োজন। ডক্টর বোরলগ বর্তমানে এই ধরণের অ্যামিনো অ্যাসিড বা প্রোটিনসমৃদ্ধ ভুট্টা উৎপাদনে ব্যাপৃত রয়েছেন। তিনি মেক্সিকোর আন্তর্জাতিক গম ও ভুট্টা উন্নয়ন কেন্দ্রের (International maize and wheat improvement centre) ডিরেক্টর। তাঁর ধারণা, আগামী কয়েক বছরের মধ্যেই এই নূতন ধরণের অতি পুষ্টিকর ভুট্টা উৎপাদন সম্ভব হবে। খাদ্যশস্যে সাধারণতঃ প্রোটিনের অল্পতম মূল উপাদান অ্যামিনো অ্যাসিড, লাইসিন থাকে না বললেই হয়।

তিনি এই প্রসঙ্গে বলেছেন যে, অপেক-2 নামে একজাতীয় ভুট্টার মধ্যে অল্পাল্প খাদ্যশস্যের তুলনায় বেশী পরিমাণে লাইসিন রয়েছে। অপেক-2 জাতীয় ভুট্টার উৎপাদন খুব কম হয়ে থাকে এবং কীট-পতঙ্গের দ্বারা অনেক বেশী আক্রান্ত হয়। এই কেন্দ্রের গবেষকদের ধারণা, অপেক-2 জাতীয় ভুট্টা এবং অল্প জাতীয় ভুট্টার সংমিশ্রণে তাঁরা লাইসিন-সমৃদ্ধ অতি উচ্চ কলনশীল এক-প্রকার অভিনব ভুট্টা উৎপাদনে সক্ষম হবেন।

কীট-পতঙ্গ এদের নষ্ট করবে না। প্রোটিন-সমৃদ্ধ খাদ্যের অভাব পূরণে এই জাতীয় ভুট্টা খুবই সহায়ক হবে।

বিশ্বের খাদ্যাতাব দূরীকরণে যারা প্রয়াসী হয়েছেন, তাঁদের মধ্যে অগ্রগণ্য হচ্ছেন এই একনিষ্ঠ বিজ্ঞানী। তিনি সবুজ বিপ্লব সম্বন্ধে বলেছেন—গতি পরিবর্তিত হয়েছে, আমরা কয়েকটি ঋণযুক্ত জয়লাভ করেছি, কিন্তু বৃহৎ যুদ্ধে এখনও বিজয়ী হতে পারি নি।

এশিয়ার বিভিন্ন দেশে কম-বেশী সবুজ বিপ্লবের কর্মপদ্ধতি অনুসরণের ফলে চাল উৎপাদনের মোটামুটি বিবরণ (‘ডেপু. নিউজ, 12.6.71 থেকে সংগৃহীত’) দেওয়া হলো।

এশিয়ার চাল উৎপাদনকারী দেশগুলিতে 1970 সালে চালের কলন বৃদ্ধির যে লক্ষণ দেখা গিয়েছিল, 1971 সালেও তা বজায় আছে।

রাষ্ট্রদণ্ডের খাদ্য ও কৃষি সংস্থা এখন এই বলে হুঁসিয়ার করে দিয়েছে যে, এই দেশগুলিতে অত্যধিক উৎপাদনে একাধিক সমস্যা দেখা দিয়েছে। সমস্যাগুলি হলো—পড়তি বাজার দর ও রপ্তানীর জট্টা রেবারেবি। চালের রপ্তানী মূল্যের যে হ্রাস সংখ্যা এই সংস্থা প্রস্তুত করেছে, তাতে দেখা যাচ্ছে, 1969 সালের ডিসেম্বর মাসে এই হ্রাস সংখ্যা ছিল 123 এবং 1970 সালের আগস্ট মাসে এই সংখ্যা কমে গিয়ে 106-এ এসে দাঁড়িয়েছে।

দৃষ্টান্ত হিসাবে উল্লেখ করা যেতে পারে যে, রেকর্ড উৎপাদনের ফলে জাপান এখন চাল আমদানীকারী দেশ থেকে চাল রপ্তানীকারী দেশে পরিণত হয়েছে এবং 1970 সালের মধ্যে চাল রপ্তানীর আন্তর্জাতিক বাজারে জাপানের অংশ শতকরা পাঁচ ভাগে এসে দাঁড়িয়েছে। আগে অল্পমান করা হয়েছিল যে, এই বছর জাপানের মোট 70 লক্ষ টন চাল উৎপাদিত হবে। আসলে দেখা যাচ্ছে, উৎপাদিত পরিমাণ 80 লক্ষ টন। জাপান সরকার এই বিপুল পরিমাণ

চাল নিয়ে কি করবেন, তবে পাচ্ছেন না এবং তবিশ্বতের জন্তে চালের কলন কমানার চেষ্টা করছেন। ধান চাষ না করে অল্প কলন বুনলে জাপানী চাষীরা সরকারের কাছ থেকে এই ক্ষতিপূরণ বাবদ 150 কোটি টাকা পাবেন। তাদের লক্ষ্য হচ্ছে 3 লক্ষ 54 হাজার হেক্টর ধান-জমিকে অল্প কাজে লাগানো।

ব্রহ্মদেশ, কাম্বোডিয়া, থাইল্যান্ড, পাকিস্তান ও চীন—এশিয়ার এই পাঁচটি দেশ থেকে রপ্তানী করবার মত উৎসৃত চাল রয়েছে 36 লক্ষ 15 হাজার টন; অর্থাৎ জাপানের উৎসৃত সমেত মোট 1 কোটি 16 লক্ষ 15 হাজার টন চাল রপ্তানীর অপেক্ষার রয়েছে। মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র, ইটালী, ব্রজিল, অস্ট্রেলিয়া ও সংযুক্ত আরব সাধারণতঃ বে চাল রপ্তানী করে, সেটা যদি হিসাবে ধরা হয়, তাহলে এই অঞ্চল আরও অনেক বেশী হবে, অথচ আশেপাশের যে সব দেশ চাল রপ্তানী করে, তাদের চাহিদা 31 লক্ষ 14 হাজার টনের বেশী নয়।

1970 সালে এফ. এ. ও-র (F.A.O.) চাল সংক্রান্ত রিপোর্টে এশিয়ার বিভিন্ন দেশে চালের অত্যধিক উৎপাদনের সমস্যাটা সংক্ষেপে এভাবে দেখানো হয়েছে—

থাইল্যান্ড—চাল রপ্তানীর পরিমাণের দিক থেকে এই দেশের স্থান পৃথিবীর মধ্যে দ্বিতীয়—মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের পরেই। গত বছরের তুলনায় এবার তার চালের উৎপাদন দশ লক্ষ টনের বেশী বেড়েছে। 1969 সালে তার চালের উৎপাদন (1 কোটি 34 লক্ষ 10 হাজার টন) পূর্বেকার রেকর্ড ছাড়িয়ে গেছে এবং তার রপ্তানীবোধ্য চালের পরিমাণ দাঁড়িয়েছে 15 লক্ষ টন। থাইল্যান্ডের চালের প্রধান প্রধান বাজার হচ্ছে সিঙ্গাপুর, ভারতবর্ষ, মালয়েশিয়া, হংকং ও জাপান।

চীন—বসন্তের জানা যায়, তাতে প্রকাশ যে, 1969 সালে চীনে চালের উৎপাদন আগের

বারের তুলনায় 46 লক্ষ টন বৃদ্ধি পেয়ে সাড়ে নয় কোটি টনে এসে দাঁড়িয়েছে এবং 1970 সালে উৎপাদনের অঙ্ক আরও বৃদ্ধি পেয়ে 9 কোটি 60 লক্ষ টনে এসে পৌঁছেছে। 1969 সালে চীন 7 লক্ষ 30 হাজার টন চাল রপ্তানী করেছে। ঋতু ও কৃষি সংস্থার অনুমান, এই বছরেও চীনের রপ্তানী করবার মত চাল একই পরিমাণের হবে। জাপান চীন থেকে চাল আমদানী বন্ধ করার 1968 সাল থেকে সে দেশের রপ্তানীর পরিমাণ দুই লক্ষ টন কমে গেছে।

ব্রহ্মদেশ—1968 সালের রেকর্ড কলনের তুলনায় কিছু কম (79 লক্ষ 96 হাজার টন) উৎপাদন হয়েছে। রপ্তানীর জন্তে রাখা হয়েছে সাড়ে সাত লক্ষ টন।

কাম্বোডিয়া—রেকর্ড উৎপাদন। মোট উৎপাদন 36 লক্ষ টন। রপ্তানীর অপেক্ষার আছে সাড়ে চার লক্ষ টন।

পাকিস্তান—1969 সালে রেকর্ড উৎপাদন 2 কোটি 13 লক্ষ টন। রপ্তানীর জন্তে ছিল 1 লক্ষ 85 হাজার টন। বাংলা দেশে অশান্তির ফলে এই বছর ও পরের বছরে চাল আমদানী করতে হতে পারে।

তাইওয়ান—ধানের জমি অল্প কাজে লাগিয়ে তাইওয়ান তার চাল রপ্তানীর পরিমাণ কমিয়ে ফেলছে। 1969 সালে মাত্র 39 হাজার টন রপ্তানী করেছে। এটা আগের বছরের তুলনায় এক ষষ্ঠাংশ মাত্র। 1969 সালে তার চাল উৎপাদনের পরিমাণ ছিল 30 লক্ষ 41 হাজার টন। এটা তার নিজের চাহিদা মেটাতেই লেগে যাবে।

অল্প দিকে রাশিয়ার চাল আমদানীকারী দেশগুলির চাহিদা একই আছে বা কমছে। দেশ অনুযায়ী হিসাবটা এই রকম—

ইন্দোনেশিয়া—চাল উৎপাদনের লক্ষ্যমাত্রা ছিল 1 কোটি 70 লক্ষ টন। হয়েছে 1 কোটি 66 লক্ষ টন। চাল আমদানীকারী দেশগুলির মধ্যে

প্রথম স্থান। এই বছরের চাহিদা সাড়ে ছয় লক্ষ টন।

দক্ষিণ কোরিয়া ও দক্ষিণ ভিয়েতনাম—রেকর্ড ফলন সত্ত্বেও উভয়কেই 5 লক্ষ টন করে চাল আমদানী করতে হবে। 1969 সালে দক্ষিণ কোরিয়ার চালের উৎপাদন ছিল 57 লক্ষ টন, দক্ষিণ ভিয়েতনামে 51 লক্ষ টন। 1970 সালেও দক্ষিণ ভিয়েতনামের চালের ফলন একই থাকবে বলে অনুমান করা হচ্ছে। এই দেশের চাল আমদানীর চাহিদা ইতিমধ্যে অর্ধেক হয়েছে এবং ত্রিশ বছরব্যাপী বৃদ্ধ সত্ত্বেও অদূর ভবিষ্যতে এই দেশ চালের ব্যাপারে স্বয়ংসম্পূর্ণ হবে বলে আশা করা হচ্ছে।

হংকং—চিরকালই তাকে চাল আমদানী করতে হবে। গত দু-বছর ধরে তার চাহিদা তিন লক্ষ ত্রিশ হাজার টনের অঙ্কে স্থির হয়ে আছে। এই বছরেও সেটাই থাকবার সম্ভাবনা। ঋণ ও কৃষি সংস্থার রিপোর্টে বলা হয়েছে, অধিবাসীদের আর ও জীবনযাত্রার মান বেড়ে বাবার কলে সরেস জাতের চালের চাহিদা বাড়তে পারে।

ভারতবর্ষ—ফলন 6 কোটি 6 লক্ষ টন। আমদানীর চাহিদা তিন লক্ষ টন। 1969 সালে ছিল 12 লক্ষ 87 হাজার টন।

কিলিপাইন—1968 সালে চাল রপ্তানী করেছিল। চালের ফলন বেড়ে 1969 সালে 49 লক্ষ 97 হাজার টন ও 1970 সালে 58 লক্ষ 44 হাজার টন হওয়া সত্ত্বেও এই বছরের মাঝামাঝি থাইল্যান্ড, জাপান ও তাইওয়ান থেকে 1 লক্ষ 10 হাজার টন আমদানী করতে হয়েছে।

সিংহল—14 লক্ষ টন ফলন হওয়া সত্ত্বেও তিন লক্ষ টন চাল আমদানী করতে হচ্ছে।

মোটের উপর এশিয়ার দেশগুলি একে একে সবাই চালের ব্যাপারে স্বয়ং নির্ভরশীল হয়ে ওঠবার আশা করছে। এই বছরের মাঝামাঝি নাগাদ ভারত, 1972 সালের মধ্যে মালয়েশিয়া, বড় জোর 1974 সাল নাগাদ ইন্দোনেশিয়া, 1975 সাল নাগাদ দক্ষিণ কোরিয়া চাল উৎপাদনের ব্যাপারে স্বয়ংসম্পূর্ণ হয়ে ওঠবার সম্ভাবনা আছে।

“বড়ো অরণ্যে গাছতলায় শুকনো পাতা আপনি ধসে পড়ে, তাতেই মাটিকে করে উর্বরা। বিজ্ঞানচর্চার দেশে জ্ঞানের টুকরো জিনিষগুলি কেবলি ঝরে ঝরে ছড়িয়ে পড়ছে। তাতে চিত্তভূমিতে বৈজ্ঞানিক উর্বরতা জীবধর্ম জেগে উঠতে থাকে। তারি অভাবে আমাদের মন আছে অর্ধবৈজ্ঞানিক হয়ে। এই দৈন্ত কেবল বিজ্ঞান-বিতাগে নয়, কাজের ক্ষেত্রেও আমাদের অকৃতার্থ করে রাখছে।”

রবীন্দ্রনাথ

ভারত মহাসাগর সম্পর্কিত গবেষণা

শঙ্কর চক্রবর্তী

সুদীর্ঘ কাল ভারত মহাসাগর ছিল পৃথিবীর একটি বিরাট রহস্যবৃত অঞ্চল। প্রশান্ত ও আটলান্টিক—পৃথিবীর এই দুটি বৃহত্তম মহাসাগর সম্বন্ধে সমুদ্র-বিজ্ঞানীরা বিভিন্ন অহুসঙ্কানকার্যের মধ্য দিয়ে বিস্তৃত তথ্য সংগ্রহ করেছিলেন। এমন কি, উত্তর ও দক্ষিণ মেরুসাগরে বিভিন্ন অভিযানের মধ্য দিয়ে সেখানকার বেশ কিছু রহস্যও উদ্ঘাটিত হচ্ছিল। কিন্তু ভারত মহাসাগররূপী তৃতীয় বৃহত্তম মহাসাগরটি ছিল অনাগিকৃত। কলে অভ্যন্তর প্রয়োজনীয় তথ্যের মত এখানকার আবহাওয়া সংক্রান্ত জ্ঞানও ছিল নিতান্তই অসম্পূর্ণ। এই মহাসাগরের তীরবর্তী দেশগুলির আবহাওয়ার প্রভাবসহিত ও স্বভাবতঃই ক্রটিপূর্ণ থেকে যেত।

ভারত মহাসাগরের মোট আয়তন হলো 4 কোটি 48 লক্ষ বর্গ কিলোমিটার—পৃথিবীর মোট আয়তনের এক-সপ্তমাংশ। এর তীরবর্তী দেশগুলিতে পৃথিবীর মোট অধিবাসীর এক-চতুর্থাংশের বাস। এই দেশগুলির জনসংখ্যা যেমন ক্রমবর্ধমান, তেমনি খাদ্য উৎপাদনের ব্যাপারেও এরা স্বয়ংসম্পূর্ণ নয়। এদের ক্ষেত্রে খাদ্যের সম্ভাবনাপূর্ণ একটি নতুন এলাকার অহুসঙ্কান ছিল অত্যন্ত প্রয়োজনীয়। প্রোটিন খাদ্যের তাগিদরূপে ভারত মহাসাগর স্বভাবতঃই ছিল এজাতীয় একটি এলাকা।

আন্তর্জাতিক ভারত মহাসাগর অভিযান

1957 থেকে 1958 সাল—এই এক বছরব্যাপী আন্তর্জাতিক ভূপদার্থতাত্ত্বিক বছরের কার্যক্রমের সাক্ষ্য পৃথিবীর বিভিন্ন দেশের বিজ্ঞানীদের বিপুল-ভাবে অহুপ্রানিত ও উৎসাহিত করেছিল। এই পরিকল্পনার মাধ্যমে তাঁরা পৃথিবী-বিজ্ঞানের বিভিন্ন

বিষয়, মহাকাশ এবং স্বর্ষদেহজাত বিভিন্ন ঘটনা সম্বন্ধে বিপুল তথ্য সংগ্রহ করেছিলেন। এই আন্তর্জাতিক কর্মপ্রচেষ্টাকে তাঁরা ভারত মহাসাগরের সামগ্রিক অহুসঙ্কানের কাজে নিয়োগের জন্তে উৎসাহী হয়ে উঠলেন।

1961 সালে ইউনেস্কোর (UNESCO) উদ্যোগে আন্তর্জাতিক ভারত মহাসাগর অভিযানের (International Indian Ocean Expedition) কার্যক্রম শুরু হলো। এই অভিযানের বৈজ্ঞানিক পরিকল্পনার কর্মসূচীর মধ্যে ছিল—ভারত মহাসাগরের বিভিন্ন সমুদ্রশ্রেণী এবং বায়ুশ্রেণীর পর্যবেক্ষণ এবং সঠিক গতিপথ নিরূপণ, সাগর ও বায়ুমণ্ডলের মধ্যে পারস্পরিক ক্রিয়া-প্রক্রিয়া ও বস্তুবিভিন্ন্য সম্বন্ধে তথ্য সংগ্রহ, সাগরে বিভিন্ন প্রাণিজ সম্পদের রাসায়নিক গঠন ও পরিমাণ নির্ণয় এবং ভারত মহাসাগরের তলভাষা (Submarine topography) ও উপকূলভাগের গঠন-বিজ্ঞান, মহীসোপান (Continental shelf) ও মহাদেশের ঢাল (Continental slope) সম্বন্ধে সুবিস্তৃত অহুসঙ্কান কাজ পরিচালনা।

এছাড়াও বিভিন্ন জাতব্য প্রশ্ন ছিল। যেমন—প্রশান্ত, আটলান্টিক এবং ভারত—এই তিনটি মহাসাগরের তলভাষার গঠন কি অভিন্ন? প্রশান্ত মহাসাগরের অহুরূপ ভারত মহাসাগরেও কি নিরক্ষীয় সমুদ্রশ্রেণীর একটি বিপরীতমুখী শ্রেণী প্রবাহিত হচ্ছে? মৌসুমী বায়ু এবং জাতীয় অঞ্চলের ঝড়-ভূকানগুলিরই বা কি ভাবে সৃষ্টি হচ্ছে?

ভারতের উপকূলভাগের দৈর্ঘ্য প্রায় 4800 কিলোমিটার এবং ভারত মহাসাগরের তীরবর্তী

প্রধান দেশরূপে ঐ মহাসাগরের গবেষণাসংক্রান্ত প্রতিটি কার্যক্রমের সঙ্গে ভারতের সংযুক্ত হয়ে পড়া ছিল খুবই স্বাভাবিক। ভারতসহ 32টি দেশ এই আন্তর্জাতিক তথ্যসংগ্রহ অভিযানে অংশগ্রহণ করে। প্রায় দু-ডজন মত গবেষণাকারী জাহাজ এই তথ্য সংগ্রহের কাজে নিযুক্ত হয়।

বিজ্ঞানের বিভিন্ন বিষয়ে গবেষণার জন্তে যে কর্মসূচীটি গ্রহণ করেছিলেন, তার পূর্ববর্তকের এলাকা ছিল আরব সাগর এবং বঙ্গোপসাগর—নিরক্ষীয় অঞ্চল ছিল মোটামুটিভাবে এর দক্ষিণ প্রান্ত। সামগ্রিক অসুস্থতান কাজের মধ্য দিয়ে ভারত মহাসাগর সম্বন্ধে বা জানা গিয়েছিল,



আমেরিকার সমুদ্র-গবেষণাকারী জাহাজ পায়োনিয়ার।

ওয়াশিংটন, মস্কো এবং বোম্বাইতে একটি করে আবহাওয়া কেন্দ্র এবং কোচিনে একটি প্রাণিবিজ্ঞান-সংক্রান্ত গবেষণা-কেন্দ্র প্রতিষ্ঠিত হয়। 1961 থেকে 1965 সালব্যাপী এই কার্যক্রমের মধ্য দিয়ে যে বিপুল পরিমাণ তথ্য সংগৃহীত হয়েছিল, তার বিশ্লেষণের কাজ আজও চলেছে।

ভারত মহাসাগরসংক্রান্ত আন্তর্জাতিক কার্যক্রমের অংশ হিসেবে ভারতীয় বিজ্ঞানীরা সমুদ্র-

তারই কিছু তথ্য নিয়ে আমরা আলোচনা করবো।

মহাসাগরের উল্লেখ

আমেরিকার সমুদ্র-গবেষণাকারী জাহাজ পায়োনিয়ার এবং সোভিয়েট ইউনিয়নের ভিতরাজ ভারত মহাসাগরের গর্ভে গ্রীনিচের পূর্বে 90 ডিগ্রী মধ্যরেখা বরাবর 4800 কিলোমিটার দীর্ঘ ও 1500

থেকে 3000 মিটার উচ্চ একটি বিরাট সরলরেখাকৃতি পর্বতমালায় সম্মান লাভ করেছিল। পরে দেখা গেল, ঠিক সরলরেখা নয়, অনেকটা সারিবদ্ধ সমান্তরাল ভাঙাভাঙা শিলাস্তূপের সমবায়ের এটি গড়ে উঠেছে। এই পর্বতমালাটির বিভিন্ন তথ্য সমুদ্রতলের বিস্তার সংক্রান্ত তত্ত্বটিকেই নাকি জোরদার করে তুলছে। এই তত্ত্বটি আবার চলমান মহাদেশ (Continental drift) ধারণাটির সঙ্গে যুক্ত, যে ধারণার মোক্ষা কথা হলো, বর্তমানে 10 থেকে 15 কোটি বছর আগে ভারতবর্ষ, আফ্রিকা, অষ্ট্রেলিয়া, অ্যান্টার্কটিকা এবং দক্ষিণ আমেরিকা গণ্ডো-রানাল্যাণ্ড নামে একটি মহাদেশের অন্তর্ভুক্ত ছিল। গণ্ডোরানাল্যাণ্ড ভেঙ্গে যাবার সময়, 20 কোটি বছর আগে সমুদ্রগর্ভে এক বিরাট কাটলের সৃষ্টি হয় এবং ভারত মহাসাগরের তলবর্তী পর্বতমালাটির উদ্ভব ঐ সময়ের ক্রিয়ালীল মূল শক্তিগুলির সঙ্গে জড়িত। এই পর্বতমালার শিলাস্তূপ প্রতি বছর কয়েক সেন্টিমিটার করে নাকি মহাদেশের উপকূলভাগের দিকে অগ্রসর হচ্ছে। এই ধারণাটি অবশ্য কিছু তর্কের সৃষ্টি করেছে।

পৃথিবীর সবচেয়ে সমতল এলাকা সমুদ্রগর্ভের সমভূমিগুলি। ভারত উপমহাদেশ যথাক্রমে 34000 ও 51000 মিটার সমুদ্রগর্ভে অবস্থিত এই জাতীয় দুটি সমতল ক্ষেত্রের দ্বারা বেষ্টিত। একটি রয়েছে আরব সাগরে—সিন্ধু নদের দ্বারা সৃষ্টি; অপরটি বঙ্গোপসাগরে গঙ্গা ও ব্রহ্মপুত্রের দ্বারা গড়ে উঠেছে। এদের গঠনের মূলে রয়েছে Turbidity current—কাদা, মাটি এবং অজ্ঞাত বস্তু যে প্রবাহ সমুদ্রের তলদেশের উপর গিরে বিপুলবেগে প্রবাহিত হয়ে থাকে। সমুদ্রগর্ভে ভূমিকম্পের ফলেও এই সব স্রোত প্রায়ই বিধ্বংসী হয়ে ওঠে।

1963 সালের যে মাসে আমেরিকান গবেষণা-মূলক জাহাজ অ্যানটন ব্রনের সাহায্যে ভারতীয় ও মার্কিন বিজ্ঞানীরা অন্ধ্র প্রদেশের উপকূলের

কাছে বিশাখাপত্তনমের উত্তরে তিনটি গভীর খাদ (Canyon) আবিষ্কারে সক্ষম হন। এদের গভীরতা 1300 থেকে 1500 মিটারের মত।

সমুদ্রে উষ্ণমুখী জলস্রোত

ভারতের সমগ্র উপকূলভাগ থেকে সারা বছরে যে পরিমাণ মাছ ধরা হয়, তার দুই-তৃতীয়াংশ সংগৃহীত হয় পশ্চিম উপকূল থেকে। এথেকে স্বভাবতঃই প্রমাণিত হচ্ছে, আরব সাগরে মৎস্য উৎপাদনের পরিমাণ বঙ্গোপসাগরের তুলনায় বেশী। এই ঘটনাটা কিভাবে ঘটেছে, তার সঠিক বৈজ্ঞানিক কারণ সযত্নে বিভিন্ন মতামত রয়েছে। অনেকের একটি মত হলো, সমুদ্রের গভীর প্রদেশ থেকে মাছের পক্ষে পুষ্টিকর পদার্থ-বাহিত জলস্রোত সমুদ্রপৃষ্ঠে এসে পৌঁছাবার ফলে এটা ঘটেছে। আফ্রিকার উপকূলভাগ থেকে প্রবাহিত দক্ষিণ-পশ্চিম মৌসুমী বায়ুর প্রভাবে সোমালিল্যান্ডের কাছে জোরালো বায়ুস্রোত সমুদ্রপৃষ্ঠের জলরাশিকে উপকূলভাগ থেকে সরিয়ে দেয় এবং প্রায় 200 মিটার নীচের জলরাশি তাদের স্থান গ্রহণের জন্তে উপরে এসে হাজির হয়। এই জাতীয় ব্যাণারকে বলা হচ্ছে উষ্ণমুখী জলস্রোত। এর অস্তিত্বের প্রমাণ মেলে জলের তাপমাত্রা নিরূপণের দ্বারা। নিরক্ষীয় অঞ্চলে সমুদ্রজলের তাপমাত্রা যেখানে 24 থেকে 27 ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড, সেখানে উষ্ণমুখী জলস্রোতের জন্তে নিরক্ষরেখার মাত্র পাঁচ ডিগ্রী উত্তরে জলের তাপমাত্রা হলো 18 ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড।

মৌসুমী বায়ুভাঙিত উল্লিখিত বিরাট ও বিপুল জলস্রোত উত্তর-পূর্ব দিকে প্রবাহিত হয়ে সোমালি-স্রোত নামে সমুদ্রবিদদের কাছে পরিচিতি লাভ করেছে। যে উষ্ণমুখী জলস্রোত এর দ্বারা সৃষ্ট হচ্ছে, তা সমুদ্রের গভীর থেকে নাইট্রেট এবং কনফেটজাতীয় পুষ্টি-উপাদানগুলিকে এনে

হাজির করছে সমুদ্রপৃষ্ঠে। এই ব্যাপারটা অনেকটা যেন পরবর্তী ফসল ফলানোর জন্তে জমি কর্বণের মত একটা ব্যাপার। ঐ পুষ্টি-উপাদানগুলি সমুদ্রের উপরিভাগে এক বিপুল পরিমাণ উদ্ভিদকে বংশবিস্তারে সাহায্য করে— এককোষী শ্রীওলা (Algae) বা ফাইটোপ্ল্যাঙ্কটন হলো যার মধ্যে প্রধান। সমুদ্রের মৎস্যজাতীয় প্রাণীরাও এই উদ্ভিদগুলিকে আশ্রয় করে বিপুল পরিমাণে বেড়ে ওঠে।

প্রাণিজ সম্পদের সন্ধান

অম্লসন্ধানের ফলে জানা গেছে, আরব সাগরের উপকূলভাগে বঙ্গোপসাগরের তুলনার জলে ফস্কেটের পরিমাণ প্রায় পাঁচগুণ বেশী। ভারতের মালাবার উপকূলে অনেক বেশী পরিমাণে মাছের উপস্থিতির মূলে উৎসর্গুণী জলস্রোত যেমন একটি কারণ, এছাড়া আরো কিছু কারণের সমবেত প্রভাব রয়েছে কিনা, এটা ভারতীয় বিজ্ঞানীরা জানতে চেয়েছিলেন। অল্প বিশ্ববিদ্যালয়ের একদল সমুদ্রবিদ ওরালটোরারের উপকূলের কাছাকাছি একটি উৎসর্গুণী জলস্রোতের সন্ধান পেয়েছেন, তার ফলে বঙ্গোপসাগরে মাছের সংখ্যা বৃদ্ধি কি পরিমাণে ঘটেছে, তা অম্লসন্ধান করছেন বিজ্ঞানীরা।

সমুদ্রের উপকূলভাগে অগভীর জলে মৎস্য-চাষের ক্ষেত্র (Aquatic farm) তৈরি করে উৎপাদন বৃদ্ধির উপায় নির্ধারণ করতে চেয়েছিলেন ভারতীয় বিজ্ঞানীরা। মালাবার উপকূলে সমুদ্রের প্রতি একর পরিমাণ এলাকার 900 পাউণ্ড পরিমাণ মাছ উৎপন্ন হয়; কোচিন উপকূলে এর পরিমাণ হচ্ছে 1500 পাউণ্ড। বঙ্গোপসাগরের পূর্বভাগে আন্দামান দ্বীপপুঞ্জের কাছাকাছি প্রচুর পরিমাণ মাছের ঝাঁক আর্কিন জাহাজ অ্যানটন ব্রনের অম্লসন্ধানের ধরা পড়ে। এই অঞ্চলটিও অদূর ভবিষ্যতে মৎস্যচাষের একটি বড় ক্ষেত্র হয়ে উঠতে পারে।

আন্তর্জাতিক ভারত মহাসাগর অভিযানের সময় দেখা যায়, সমুদ্রের গভীরে 1000 মিটার অঞ্চলের মধ্যেই বেশীর ভাগ জৈব ফস্কেটাস অবস্থিত রয়েছে, শতকরা 75 ভাগ রয়েছে প্রথম 200 মিটারের মধ্যেই। এর নীচেকার যে অঞ্চল, সেখানে অজৈব ফস্কেটের প্রাধান্য এবং জলে অক্সিজেনের পরিমাণও অতি সামান্য। ভারত মহাসাগরে এই জাতীয় বেশ কিছু নিম্নতম অক্সিজেনের এলাকা (Oxygen minimum zones) আবিষ্কৃত হয়েছে। এসব অঞ্চলে প্রাণিজ সম্পদ খুব বেশী পরিমাণে থাকে না। দক্ষিণ মেক্সিকো সাগরের জৈব এবং অজৈব পুষ্টি-উপাদান-সমৃদ্ধ জল কিছু পরিমাণে ভারত মহাসাগরের দক্ষিণ অঞ্চলে মিশ্রিত হয়, কিন্তু তা নিরক্ষীয় অঞ্চল পর্যন্ত এসে পৌঁছতে পারে না। ভারত মহা-সাগরের উত্তর ভাগ স্থলবেষ্টিত এবং পৃষ্ঠভাগের লঘু, উষ্ণ জল মিশ্রণের কাজ সম্পূর্ণভাবে ব্যাহত করে।

ভারতের উপকূলভাগে মাছের উৎপাদন বৃদ্ধি সম্ভব হলে সারা দেশে প্রোটিন খাদ্যের চাহিদা অনেকখানি মিটবে। মাছের অবস্থানের এলাকাগুলিও ভালভাবে হুকে ফেলা দরকার। ভারতের সমুদ্র-গবেষক জাহাজ কক্স কেরালার উপকূলের কাছে সমুদ্রের গভীর এদেশে বিপুল পরিমাণ কাঁকড়া ও গলদা চিংড়ির সন্ধান পেয়েছিল। বিজ্ঞানীদের হিসেব অনুযায়ী, বর্তমানে যে পরিমাণ প্রাণিজ সম্পদ ভারতের উপকূলভাগ থেকে সংগৃহীত হচ্ছে, তার পরিমাণ পাঁচগুণ বাড়ালেও বর্তমান সঞ্চয় বা মাছের প্রজননের ক্ষেত্রে কোন বিপর্যয় ঘটবার সম্ভাবনা নেই।

খনিজ সম্পদ

ভারতের মহাসাগরীয় এবং মহাদেশের ঢাল অঞ্চলের আয়তন হলো 10 লক্ষ বর্গ কিলোমিটারের কাছাকাছি। এই বিরাট অঞ্চলের ভূবিজ্ঞানসংক্রান্ত

তথ্য খুবই সামান্য, একমাত্র পূর্ব উপকূলের মহীসোপান অঞ্চলে কিছু কিছু অল্পসন্ধানের কাজ হয়েছে।

আন্তর্জাতিক ভারত মহাসাগর অভিযানের সময় ভারতের উপকূলভাগের মহীসোপান এবং মহাদেশের ঢাল অঞ্চলে খনিজ সম্পদের অন্বেষণ চালিয়েছিলেন ভারতীয় বিজ্ঞানীরা। এই অঞ্চলে ইলমেনাইট, মোনাজাইট, ম্যাগনেটাইট এবং গারনেটজাতীয় ভারী খনিজ পদার্থ, কস্কোরাইট, ব্যারিটাম, সিমেন্ট তৈরির কাজের উপযোগী চুনাপাথরের বালুকা এবং কাদার অস্তিত্বের সন্ধান ইতিপূর্বেই পাওয়া গিয়েছিল। অন্যান্য খনিজ পদার্থের অন্বেষণের কাজ তেমন বিস্তৃতভাবে করা হয় নি।

কেরালার উপকূলে কৃষ্ণ বালুকার (Black sand) যথেষ্ট সঞ্চয় রয়েছে। নদী যে সব পলি বহন করে নিয়ে এসে সমুদ্রে ঢেলে দেয়, তাই উপকূলের কাছে কৃষ্ণ বালুকার জুপুরুপে জমা হতে থাকে। এই কৃষ্ণ বালুকা জুপের কিছু কিছু নমুনার মধ্যে মোনাজাইট, ইলমেনাইট এবং জারকন রয়েছে প্রচুর পরিমাণে, বাদেও অর্থনৈতিক উপযোগিতা রয়েছে নানাভাবে। কেরালার কুইগনের উপকূলের কাছে কৃষ্ণ বালুকার সঞ্চয়ের মধ্যে প্রায় ১ কোটি ৭০ লক্ষ টন ইলমেনাইট, ১০ লক্ষ টন রিউটাইল, ১২ লক্ষ টন জারকন এবং ১ লক্ষ ২০ হাজার টন মোনাজাইট রয়েছে বলে অনুমান করা হচ্ছে।

ভারতের উপকূল থেকে দূরে সাগরের অভ্যন্তরে মোনাজাইটসমৃদ্ধ বালুকার অস্তিত্বের সম্ভাবনার উপর গুরুত্ব আরোপ করা হচ্ছে, বিশেষ করে কেরালার উপকূলভাগের সমুদ্র অঞ্চলকেই বিজ্ঞানীরা এই জাতীয় একটি ক্ষেত্ররূপে বেছে নিয়েছেন।

ভারতের উপকূলভাগে জৈবিক খনিজ সম্পদের মধ্যে রয়েছে শামুক, প্রবাল এবং চুনাপাথর

প্রভৃতি। কেরালার উপকূলভাগেই ১৭ থেকে ২৫ লক্ষ টনের মত চুনাপাথরের সঞ্চয় রয়েছে বলে অনুমান করা হচ্ছে। লাক্ষা দ্বীপপুঞ্জের লেগুন-গুলিতে প্রায় ২০০ কোটি টনের মত চুনাপাথরের কাদা, বালুকা এবং তুপ রয়েছে। ভারতের পূর্ব উপকূলের মহীসোপান অঞ্চলেও শতকরা ৫০ ভাগ ক্যালসিয়াম কার্বনেটসমৃদ্ধ পলির সন্ধান পাওয়া গেছে।

সমুদ্রের গভীরে খনিজ সম্পদ আহরণের ব্যাপারে বিজ্ঞানীরা কর্মহুচী গ্রহণ করতে গেলেন। উত্তর আন্দামান দ্বীপপুঞ্জের উপকূলের কাছে কস্কোটার ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র তুপের সন্ধান ইতিপূর্বেই পাওয়া গিয়েছিল। সোভিয়েট সমুদ্র-গবেষক জাহাজ ভিতরাজ বন্দোপসাগরের গভীর প্রদেশ থেকে ম্যাঙ্গানিজের ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র তুপ সংগ্রহ করেছিল। সমুদ্রের গভীরে খনিজ সম্পদ সন্ধানের কাজ ব্যর্থবহুল, তবে অর্থনৈতিক বিচারে যুক্তিযুক্ত হলে সে জাতীয় পরিকল্পনা গ্রহণে কোন বাধা নেই।

সমুদ্রে তেলের সন্ধান

ভারতের ৩ লক্ষ বর্গ কিলোমিটার বিস্তৃত মহীসোপান অঞ্চলে যথেষ্ট পরিমাণে তেলের সঞ্চয় রয়েছে বলে বিজ্ঞানীদের ধারণা। ১৯৭১ সালের ২০শে মার্চ কাছের উপসাগরের ভিতরে সর্বপ্রথম ভারতের উপকূলের অনতিদূরে আলিরাবেত (পশ্চিম) তৈলকূপে তেল পাওয়া গেছে। আন্তর্জাতিক ভারত মহাসাগর অভিযানের সময় ১৯৬৩ সালে ভারতীয় সমুদ্র-গবেষণা জাহাজ মহেন্দ্র থেকে বিশেষজ্ঞেরা যে প্রাথমিক ভূকম্পন সংক্রান্ত জরিপ করেছিলেন, তা থেকে প্রমাণিত হয়েছে, কাছের যে পালল অববাহিকার বর্তমানে তেল আবিষ্কৃত হলো, তা সমুদ্রের অভ্যন্তর পর্যন্ত বিস্তৃত। ১৯৬৪-৬৬ সালে অ্যাকাডেমিক আর্থানগেলস্কি নামক বিশেষভাবে বহীকৃত সোভিয়েট গবেষণা জাহাজে যে ভূকম্পন সংক্রান্ত জরীপের অভিযান

পরিচালিত হয়েছিল, তার বিস্তৃত তদন্ত থেকেও একথা সমর্থিত হয়েছে। এই জরীপের সময়ে অনেকগুলি সম্ভাবনাপূর্ণ বড় তেলের কাঠামো আবিষ্কৃত হয়েছিল। এগুলির মধ্যে একটি হলো বম্বে হাই সেক্টি, যা 1200 বর্গ কিলোমিটার বিস্তৃত এবং পৃথিবীর অন্ততম বৃহত্তম কাঠামো। এপর্বন্ত জমির উপরে একমাত্র গুজরাটের আংলেশ্বরে যে বিরাট তৈলক্ষেত্র আবিষ্কৃত হয়েছে, তার চেয়েও বম্বের কাঠামোটি অনেক গুণ বড়। করমণ্ডল উপকূলে, কারিকল ও কচ্ছের উপকূল অঞ্চলে এবং পক প্রণালীতে যে সব জরীপ করানো হয়েছিল, তা থেকে একথা বোঝা গিয়েছে যে, এখানে ভূগুণ থেকে সমুদ্রের অভ্যন্তরে মাইলের পর মাইল বিস্তৃত এরকম কাঠামো রয়েছে।

আরব সাগরের ভিতরে উপকূলের অনতিদূরে মহীসোপান অঞ্চলে বহুল পরিমাণে লত্যা মাইওসিন যুগের (পৃথিবীর বিবর্তনের সর্বশেষ পর্ব

কেনোজোয়িকের একটি অধ্যায়, যে পর্ব স্তূর হয়েছিল আজ থেকে 7 কোটি বছর আগে) শিলাতে যে প্রকৃতই তেল আছে, এই বছর আলিয়াবেতে ধরা-পড়া হাইড্রোকার্বনগুলি সমুদ্রের তলার সেই লুণ্ঠাণো সম্পদের প্রথম নির্দিষ্ট খোঁজ দিল। এই জাতীয় অল্পসন্ধান ভবিষ্যতে আরো ফলপ্রসূ হবে, সন্দেহ নেই।

আন্তর্জাতিক ভারত মহাসাগর অভিযানের সময় মোসুমী বায়ুর গতি-প্রকৃতি, সমুদ্রগর্ভ থেকে তাপের প্রবহন প্রভৃতি বিষয়ে বহু গবেষণা পরিচালিত হয়েছে এবং মেঘলোকের আলোকচিত্র গৃহীত হয়েছে ও সমুদ্রগর্ভের বিস্তৃত মানচিত্র রচিত হয়েছে। এই মহান আন্তর্জাতিক বৈজ্ঞানিক কর্মপ্রচেষ্টার কিছু কিছু স্তূল আমরা ইতিমধ্যেই লাভ করেছি এবং ভবিষ্যতে যে আরো বেশী পরিমাণে সেটা সম্ভব হবে, সে বিষয়ে সন্দেহ নেই।

“আমাদের দেশে বিজ্ঞানশিক্ষা যে কতদূর প্রয়োজনীয় তাহা কি নূতন করিয়া বলিতে হইবে? প্রয়োজনীয় বলিলে বরং কম বলা হয়। বিজ্ঞান ব্যতীত আমাদের গতি নাই, রক্ষা নাই। * * * মনে করিও না, বিজ্ঞান হইতে কেবল অর্থলাভই হয়। সংসারে মানুষ্যের বড় কে? মানুষ্যের মনের চেয়ে বড় কি আছে? মানবমন বিজ্ঞান বলে মার্জিত, উন্নত ও শক্তিশালী হয়। সমাজনীতি, ধর্মনীতি সমস্তই নানাপ্রকারে বিজ্ঞানের নিকট ঋণী। তাই বলি, যদি বাঁচিতে চাও, সত্য মানবমণ্ডলীর মধ্যে সুখ দেখাইতে চাও, বিজ্ঞানের সেবা কর।”

আচার্য প্রফুল্লচন্দ্র

এভারেষ্টই কি সর্বোচ্চ পর্বত?

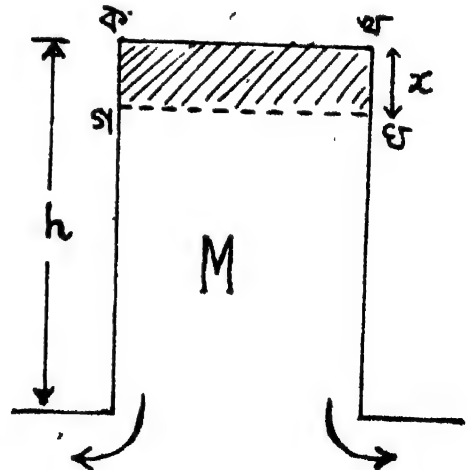
সমীরকুমার ঘোষ*

সারা পৃথিবীতে ছোট-বড় যে কত রকমের পাহাড়-পর্বত আছে, তার সঠিক হিসাব বলা শক্ত। কিন্তু কারো মনে যদি কখনো এরকম প্রশ্ন ওঠে যে, পৃথিবীর সর্বোচ্চ শৃঙ্গ এভারেষ্ট (29028 ফুট বা প্রায় 9 কিলোমিটার) কেন, তার চেয়েও কি উঁচু শৃঙ্গ হওয়া সম্ভব ছিল না!—তাহলে আপাতদৃষ্টিতে প্রশ্নট হয়তো অনেকের কাছেই অযৌক্তিক বলে মনে হতে পারে। সমতলভূমি থেকে স্তূর করে এভারেষ্টের মত উচ্চ শৃঙ্গ পর্বত সব রকমের উচ্চতার পর্বতশৃঙ্গ যদি এই পৃথিবীতে হওয়া সম্ভব হয়, তবে এভারেষ্টের চেয়েও উঁচু পর্বতশৃঙ্গ না থাকারটা কি শুধুই এক আকস্মিক ব্যাপার! কিন্তু না, প্রমাণ করে দেখানো যেতে পারে যে, ঘটনাটা মোটেই আকস্মিক নয়। পৃথিবী যে ধরণের শিলা দিয়ে সাধারণতঃ গঠিত, সেই শিলার উপাদান, গঠন, প্রকৃতি এবং পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ ইত্যাদির জন্তে পৃথিবীপৃষ্ঠে এভারেষ্টের চেয়ে উচ্চ পর্বতশৃঙ্গ থাকা কোনমতেই সম্ভব নয়। হ্যাঁ, কখনো যদিও একটা বলিষ্ঠ হুঃসাহসিক মন্তব্যের মত মনে হতে পারে, তবুও গাণিতিক নিয়মে এই মন্তব্যের সত্যতা প্রমাণ করা যেতে পারে।

কি কি কারণে পর্বতের সৃষ্টি হতে পারে, তার আলোচনার মধ্যে না গিয়ে যে কোন কারণেই সৃষ্ট পর্বত যে কোন সীমাহীন উচ্চতাবিশিষ্ট হতে পারে না, সে প্রশ্নটা অনেকেরই মনে উদয় হতে পারে। আসলে পর্বত যদি খুব বেশী উঁচু হয়ে পড়ে, তাহলে তা মাটির মধ্যে আন্তে আন্তে বসে যায়, কারণ পৃথিবীর স্বক, পর্বতের নীচে, গ্র্যানিট, কোয়ার্টজ, সিলিকা প্রভৃতি যে সব

উপাদান থাকে, সেগুলি বিশাল উচ্চ পর্বতের ভার সহ্য করতে পারে না। পর্বতের বিশাল চাপে তার তলদেশের উপাদান শিলাগুলি তরলীকৃত হয়ে পাশের দিকে সরে যায়, যার ফলে পর্বতের উচ্চতা কমে এসে একটা নির্দিষ্ট মাত্রায় ঠাঁড়ায়। আর এই শিলাগুলির গলনের জন্তে যে শক্তির প্রয়োজন হয়, তা পর্বতের উচ্চতা কমে যাওয়ার জন্তে যে স্থিতিশক্তির উদ্ভব হয়, তাৎকেই পাওয়া যায়। গাণিতিক ভাষায় প্রকাশ করলে ব্যাপারটা বোধ হয় আরো সহজবোধ্য হবে।

মনে করা যাক, যে কোন এক পর্বতের প্রাথমিক উচ্চতা ছিল h এবং নিজের ওজনের চাপে পর্বতটির x পরিমাণ উচ্চতা মাটিতে বসে



গিয়েছে। চিত্রে ক খ রেখাটি পর্বতশীর্ষের প্রাথমিক অবস্থান এবং গ ঘ রেখাটি পর্বতটি বসে

*পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ, বিশ্বভারতী বিশ্ববিদ্যালয়, শান্তিনিকেতন।

যাবার পরের অবস্থান নির্দেশ করছে। পর্বতটির উচ্চতা x পরিমাণ কমে যাওয়ার ফলে যে পরিমাণ মহাকর্ষীয় স্থিতিশক্তি (Gravitational potential energy) উদ্ভব হবে, সেই শক্তির সাহায্যে x উচ্চতার মধ্যে যতখানি শিলা ছিল (চিত্রে দাগ দেওয়া অংশটুকু), ঠিক সেই পরিমাণ শিলাকে নিজের পাদদেশে পর্বতটিকে গলিয়ে নিজের জায়গা করে নিতে হবে; অর্থাৎ পর্বত থেকে মুক্ত স্থিতিশক্তি এবং পর্বতের তলদেশে শিলা গলনের ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় শক্তি পরস্পর সমান হবে। সুতরাং সমস্ত পর্বতটির ভর যদি M গ্রাম হয় এবং তার তলদেশের প্রস্থচ্ছেদ A বর্গসেমি-মিটার, পর্বতের উপাদানের একক আয়তনে অণুর সংখ্যা n এবং ঐ উপাদানের প্রতি অণুর গলনের ক্ষেত্রে শক্তির পরিমাণ (Latent heat of melting per molecule) যদি L_{liq} হয়, তবে—

$$Mgx = nx AL_{liq}.$$

$$\text{অথবা, } Mg = nAL_{liq} \dots (i)$$

(i) নং সমীকরণের ডানপাশের অংশটির একটি নির্দিষ্ট সামগ্রিক মান আছে। সে ক্ষেত্রে পর্বতটি নিজের চাপের ক্ষেত্রে মাটিতে যাতে বসে যেতে না পারে (অর্থাৎ চাপে তলদেশের যাতে গলন না হতে পারে) সে ক্ষেত্রে M -এর একটি নির্দিষ্ট মান থাকবে। M -এর মান তার বেশী হলে পর্বতটি অপ্রতিষ্ঠ (Unstable) হয়ে তলদেশে কিছু বসে যাবে। সুতরাং কোন পর্বত স্থপ্রতিষ্ঠ (Stable) হতে হলে—

$$Mg < nAL_{liq} \dots (2)$$

কিন্তু ভর $M = nAhm$ (m —পর্বতের উপাদান-শিলার প্রতিটি অণুর ভর)

$$= nAh-Z-mp. (m = -Z-mp; -Z-mp = পারমাণবিক সংখ্যা, mp = প্রোটনের ভর)$$

সুতরাং (2) সমীকরণ থেকে—

$$nAh-Z-mpg < nAL_{liq}$$

$$\text{বা, } h < \frac{L_{liq}}{g-Z-mp} \dots (3)$$

সুতরাং পর্বতের তলদেশ যাতে পৃথিবীতে বসে না যায়, তার ক্ষেত্রে পর্বতের উচ্চতার সর্বোচ্চ মান (Critical value) হবে (3) নং সমীকরণ থেকে $\frac{L_{liq}}{g-Z-mp}$ এর সমান। এখন এই রাশিমালার মধ্যকার বিভিন্ন রাশির মান নির্ণয় করতে পারলেই পৃথিবীপৃষ্ঠে স্থপ্রতিষ্ঠ পর্বতের উচ্চতার সর্বোচ্চ সীমা বের করতে পারা যাবে।

প্রথমেই ধরা যাক, L_{liq} -এর মানের কথা। এর মান নির্ণয় করতে হলে প্রথমেই মনে রাখতে হবে যে, তরল পদার্থের অণুগুলি পারস্পরিক মধ্যে বেশ স্পৃহাভাবেই বন্ধনযুক্ত, অবশ্য গ্যাসের তুলনায়। বন্ধন কোন কঠিন পদার্থের গলন হয়ে তরলে রূপান্তরিত হতে থাকে, তখন সেই পদার্থের অণুগুলির মধ্যকার পারস্পরিক দৃঢ়বন্ধন (Bonds) সম্পূর্ণভাবে ছিন্ন হয় না, বরং বন্ধনগুলির দিকান্ধিতা (Directionality) শুধু পরিবর্তিত হয়। এই কারণেই কোন তরল পদার্থের পক্ষে তরলীকৃত হওয়ার পর প্রবাহিত হওয়া সম্ভব হয়, যেটা কঠিন পদার্থের পক্ষে সম্ভব নয়। এখন কোন কঠিন পদার্থকে তরলীকৃত করতে, অর্থাৎ তার ত্বিতরকার অণুর বন্ধনগুলির দিকান্ধিতা পরিবর্তন করলে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয়, তা সেই অণুর বন্ধনশক্তির (Binding energy) চেয়ে কম। অবশ্য এই কমেয় পরিমাণ যে কতটা, তা সঠিক বলা শক্ত। তবে জল ও বরফের কথা বিবেচনা করলে দেখা যায় যে, বরফের গলনের লীন তাপের পরিমাণ, জলের ফুটনের লীন তাপের প্রায় এক-দশমাংশ। অবশ্য গলনাকে বরফের বন্ধনশক্তি, ফুটনকে ফুটনশক্তির (লীন তাপ) থেকে কিছু বেশী ধরে নিলে মোটামুটিভাবে আয়ত্তা বলতে পারি যে, গলনের শক্তি (লীন তাপ) গলনের বন্ধনশক্তির প্রায় এক-দশমাংশ। সুতরাং গণিতের ভাষায় লেখা যেতে পারে—

$$Lliq = \frac{1}{r} \times B \quad (B = \text{বন্ধনশক্তি})$$

$$= \frac{1}{r} \times \alpha \times R_y \quad (B = \alpha \times R_y; R_y = \text{রিডবার্গ ধ্রুবক এবং } \alpha \text{ একটি ধ্রুবক, যা শিলার প্রকৃতির উপর এবং তার উত্তাপের উপর নির্ভরশীল})$$

এখন, পর্বতশিলার আত্যন্তরীণ উপাদানের অধিকাংশটাই সাধারণত: সিলিকন ডাই-অক্সাইড (SiO_2) এবং সে ক্ষেত্রে α -র মান গলনাকে প্রায় 0.2-এর কাছাকাছি ধরা যেতে পারে। সুতরাং (3) নং সমীকরণ থেকে আমরা পাই—

$$h < \frac{\frac{1}{r} \times \frac{1}{r} \times R_y}{g - Z - mp} \dots\dots (4)$$

$$SiO_2\text{-এর ক্ষেত্রে } -Z- = 28 + 2 \cdot 16 = 60,$$

$$\text{সুতরাং } h < \frac{\frac{1}{r} \times \frac{1}{r} \times 10^9 678}{980 \times 60 \times 1.67 \times 10^{-24}}$$

$$(R_y = 109678 \text{ সেমি}^{-1} = 13.53 \text{ ইলেকট্রন ভোল্ট, } 1 \text{ ই. ভো.} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ আর্গ})$$

$$< \frac{13.53}{5 \times 98 \times 6 \times 1.67 \times 10^{-24}} \text{ সে. মি.}$$

$$< 46 \text{ কিলোমিটার}$$

এথেকে প্রমাণিত হয় যে, ভূপৃষ্ঠে কোন পর্বত অপ্রতিষ্ঠিতভাবে পৃথিবীতে দাঁড়িয়ে থাকতে গেলে তার উচ্চতা 46 কিলোমিটারের কম হতেই হবে। কিন্তু বাস্তব ক্ষেত্রে এই সীমারেখার চেয়ে প্রকৃত উচ্চতা আরো অনেক কম হবে, কারণ পর্বতশিলার অভ্যন্তরভাগ, বিশেষ করে ভূপৃষ্ঠে মাটির কাছে যথেষ্ট উষ্ণ এবং সে জন্তে শিলার

গলনের জন্তে প্রয়োজনীয় শক্তির পরিমাণ ($Lliq$)— বাস্তব ক্ষেত্রে, উপরে যে মান ধরা হয়েছে, তার চেয়ে অনেক কম। সে জন্তে পৃথিবীপৃষ্ঠে স্রুত পর্বতের উচ্চতার সর্বোচ্চ সীমাও 46 কিলোমিটারের চেয়ে অনেক কম হবে। এই সব প্রসঙ্গ বিবেচনা করলে গাণিতিক হিসাবে দেখা যায় যে, ভূপৃষ্ঠে স্রুত পর্বতের উচ্চতা 10-11 কিলোমিটারের মধ্যে হবেই। বাস্তব ক্ষেত্রেও আমরা যে সব পর্বত দেখতে পাই, তারা সকলেই :এই সীমারেখার নীচে আছে।

প্রসঙ্গত: উল্লেখযোগ্য যে, পৃথিবী ছাড়া অন্য কোন গ্রহ-উপগ্রহেও যদি অনুরূপভাবে হিসাব করা যায়, তাহলে সেখানেও ঠিক একইভাবে সম্ভাব্য পাহাড়-পর্বতের উচ্চতার সীমারেখা নির্ণয় করা সম্ভব হবে। অবশ্য সেখানে উচ্চতার সীমারেখা পৃথিবীর ক্ষেত্রের সীমারেখা থেকে আলাদা হবে, কারণ প্রথমত: সেখানে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান, পৃথিবীর মানের চেয়ে ভিন্ন এবং দ্বিতীয়ত: গ্রহান্তরের আভ্যন্তরিক গঠনে ভিন্ন প্রকার শিলা ও অন্যান্য বস্তুসামগ্রীর উপস্থিতি।

গাণিতিক হিসাবের সাহায্যে (4) নং সমীকরণ থেকে অভিকর্ষজ ত্বরণের মানকে বিলোপ করে। উচ্চতার সর্বোচ্চ সীমারেখার মানকে এমন এক রাশির সাহায্যেও প্রকাশ করা যেতে পারে, যাতে লব্ধ সমীকরণ সকল ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য হতে পারে। অবশ্য সেই জটিলতার মধ্যে আলোচ্য প্রবন্ধে আর প্রবেশ করা হলো না।

ত্বকের কথা

রমেন দেবনাথ*

প্রাণিদেহের পক্ষে ত্বকের অত্যন্তম হলো ত্বক। দেহের বহির্ভাগ ত্বকের দ্বারা আবৃত থাকে, যাতে কোন অংশ নষ্ট না হয়। সে জন্যে ত্বকের আর এক নাম রক্ষাবরণী (Protective covering)। ত্বক শুধুই একটি আবরণী নয়—পরিপাকতন্ত্র, খসনতন্ত্র, স্নায়ুতন্ত্র ইত্যাদির দ্বারা এটিও একটি প্রয়োজনীয় তন্ত্র বিশেষ। বিভিন্ন তন্ত্র (System) মিলে একটি জীবের দেহ গঠিত হয়ে থাকে। জীব-বিজ্ঞানের দিক থেকে বিচার করলে দেখা যায়, একটি জীবের দৈহিক গঠনপ্রণালীর মূলে আছে জীবকোষ। কতকগুলি কোষ মিলে তৈরি হয় টিস্যু, কতকগুলি টিস্যুর সমষ্টি হলো বস্তু (Organ), আর বস্তুর সমষ্টি হলো তন্ত্র। যেমন মুখগহ্বর, গ্রাসনালী, অস্ত্র, পাকস্থলী, পায়ু, বকৃৎ ইত্যাদি বস্তুর সমন্বয়ে গঠিত হয় পরিপাকতন্ত্র, তেমনি ত্বক এবং ত্বকজাতবস্তুাদি নিয়ে গঠিত হয়েছে ত্বকসম্পর্কিত তন্ত্রাদি (Integumentary system)।

পরীরের সবচেয়ে বড় অংশ হচ্ছে ত্বক। বিশেষজ্ঞদের মতে, একজন প্রাপ্তবয়স্ক লোকের ত্বকের আয়তন 3000 বর্গ ইঞ্চি, ওজন 10 পাউন্ড এবং পুরু হচ্ছে চরিত থেকে ঠ ইঞ্চি। পায়ের পাতা এবং হাতের চোঁটোতে ত্বক সবচেয়ে পুরু, অক্ষিগোলকের আবরণীতে ত্বক সবচেয়ে পাতলা। ত্বকের প্রস্থচ্ছেদ করে অণুবীক্ষণ বস্ত্রে পরীক্ষা করলে দেখা যায়—এর দুটি স্তর—বহিঃত্বক (Epidermis) এবং অভ্যন্তরীণ ত্বক (Dermis) [1নং চিত্র]।

বহিঃত্বক—এটি স্তরে স্তরে সজ্জিত কোষের দ্বারা গঠিত। বহিঃত্বক আবার দুটি ভাগে বিভক্ত—নীচেরটির নাম গঠনকারী স্তর (Germina-

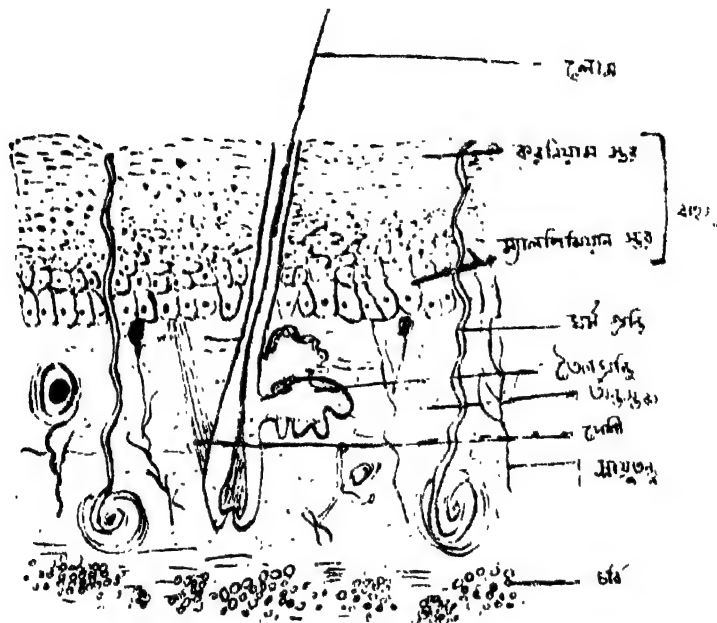
tive layer) বা ম্যালপিগিয়ান স্তর (বিজ্ঞানী Malpighi-র নাম অনুসারে) এবং উপরের স্তরের নাম হলো করনিয়াম স্তর (Corneum layer)। গঠনকারী স্তর থেকে অবিরত কোষ তৈরি হতে থাকে—ঐগুলি স্তরে স্তরে সজ্জিত হয়ে করনিয়াম স্তর তৈরি করে। গঠনকারী স্তর এবং করনিয়াম স্তরের কোষগুলির আকৃতি এবং প্রকৃতি ভিন্ন। গঠনকারী স্তরের লম্বা ধরণের কোষগুলি স্থান-তাগ করে উপরে গিয়ে করনিয়াম স্তর তৈরি করে। ঐ কোষগুলির স্থানান্তরের সময় Keratinisation প্রক্রিয়া সাধিত হয়, যার কালে কোষের প্রোটো-প্লাজম একটি শক্ত পদার্থে রূপান্তরিত হয়—যার নাম কেরাটিন (Keratin)। করনিয়াম স্তরের কেরাটিনযুক্ত কোষগুলি আন্তে আন্তে চ্যান্টা এবং আশেপাশের মত হয়ে যায়। এই কেরাটিন খুব শক্ত, মজবুত এবং জলে অদ্রাব্য—যার মধ্যে করনিয়াম স্তর একটি আদর্শ রক্ষাবরণীর কাজ করতে পারে।

উপরিউক্ত স্তরের কোষ প্রতিনিরত ধ্বংস হচ্ছে—এই মৃত কোষ ত্বুণাকারে সজ্জিত থাকে এবং অনবরত বহিঃত্বক থেকে ধসে পড়ে সে আরগার নতুন কোষ যোজিত হয় গঠনকারী স্তর থেকে। মৃত কোষের আরগার নতুন কোষ গঠনের এই প্রক্রিয়াকে নির্মোচন (Moulting) বা খোলস পাণ্টানো বলা হয়। শাপের ক্ষেত্রে মৃত কোষের গোটা স্তরটাই অর্থাৎ পুরনো খোলসটা ধসে পড়ে এবং নতুন কোষের স্তর গজিয়ে ওঠে। কিন্তু অস্ত্রান্ত প্রাণীদের ক্ষেত্রে টুকরা টুকরা অথবা আংশিকভাবে নির্মোচন প্রক্রিয়া সাধিত হয়।

* প্রাণিবিজ্ঞান বিভাগ, টি. ডি. বি কলেজ, রাণীগঞ্জ।

আমাদের শরীর থেকে অনবরতই পুরনো চামড়া বসে গিয়ে নতুন চামড়া গজায়, কিন্তু তা এতই অল্প পরিমাণে যে, আমাদের নজরে সব সময় পড়ে না। খুস্কি, মরামাস ইত্যাদি হচ্ছে মৃত কোষ। ঘর্ষিত শরীর রগড়ালে মৃত কোষ বেরিয়ে আসে—একে বলা হয় শরীরের ময়লা।

মধ্যে দুই রকম পেশীতন্ত্রের কথা বিশেষ ভাবে উল্লেখযোগ্য—কঠিন পেশীতন্ত্র (Callogen fibre) এবং বিতিস্থাপক তন্ত্র (Elastic fibre); প্রথমটি হৃদকের কাঠিন্য এবং দ্বিতীয়টি বিতিস্থাপকতা বজায় রাখে। বৃদ্ধ বয়সে শেথোক্ত তন্ত্রটি অকেজো হয়ে পড়ে বলে শরীরের চামড়া ঢিলে হয়ে যায়



1নং চিত্র
চর্মের প্রস্থচ্ছেদ

মৃত কোষের জারগা প্রতিনিরত নতুন কোষ দখল করছে বলে স্বক সর্বদা সজীব এবং উজ্জল থাকে। কলে কাটা, পোড়া, মাজনিত কতচিল শরীরে বড় একটা দেখা যায় না, আঁতু আঁতুে মিলিয়ে যায়।

অন্তঃক—বহিঃকের নীচের অংশটির নাম অন্তঃক। অনেকের মতে এটি প্রাণীর আসল চামড়া। এটি পুরু সংযোজক টিসু দিয়ে তৈরি। এতে আছে রক্তনালী, স্নায়ুকোষ, চর্বি, পেশী ইত্যাদি। তাছাড়া আছে নানারকম গ্রন্থি, হুল, আঁশ প্রভৃতি। অন্তঃকের পেশীর

আর তারই জন্তে মুখমণ্ডল, গওদেশে বলিরেখা বা কুঁচকানো চর্ম দেখা দেয়।

চামড়ার স্ট্রেকস, বাগ, জুতা, স্ট্রটবল এবং ঢাক-ঢোল-তবলা নির্মাণে চামড়ার অন্তঃকটিকেই কাজে লাগানো হয় এবং চামড়াটিকে ভিজিয়ে রেখে বহিঃককে আগে ছাড়িয়ে কেলে রাসায়নিক প্রক্রিয়ার অন্তঃককে ট্যান করে পছন্দমত চামড়া তৈরি করা হয়। মাহবের অন্তঃকটিও খুব মজবুত এবং এর দ্বারা মজবুত জুতা তৈরি করা যায়। প্রাচীন কালে যুদ্ধে নিহত শত্রু সেনাদের চামড়া নিয়ে জুতা তৈরি করা হতো।

হকের রং—দৈহিক বর্ণের পার্থক্যের মূলে আছে দেহের রঞ্জক কোষ (Chromatophore)—বা হকের মধ্যে ছড়িয়ে আছে। মাছের গায়ের রঙের জন্তে দায়ী যে কোষ, তার নাম হলো মেলানোসাইট (Melanocyte), যা থেকে মেলানিন কণা (Melanin granule) তৈরি হয়। সাধারণতঃ করসা লোকের চেয়ে কালো লোকের মধ্যে মেলানিন কণা বেশী থাকে। মেলানোসাইট জগাবস্থার আয়বিক অংশ থেকে তৈরি হয়ে পরে বহিস্কৃত গঠনকারী স্তরে এসে জমায়েত হয় এবং ঐ স্তরের কোষের মধ্যে মেলানিন কণা ছড়িয়ে পড়ে, যা হকের রংকে প্রভাবিত করে। কিছু কিছু মেলানোসাইট অন্তঃকোর মধ্যেও থাকে। সাদা-কালোতে ভেদাভেদ থাকলেও রক্তের রং যেমন সকল মাছের এক—তেমনি শরীরে যে কোষ্ঠা (Blister) পড়ে, তাও সাদা কালো মাছ-এ একই রকম, কারণ যে চামড়া কোষ্ঠাটি ঘিরে রাখে, তা রক্তকোষবিহীন।

হস্তরেখা—হাতের চেটো এবং পায়ের পাতা সর্বাধিক ঘর্ষণের সম্মুখীন হয় বলে ঐ জায়গা দুটি সবচেয়ে পুরু। ঐ জায়গা দুটি বাতে পুরু হয় সে জন্তে বহিস্কৃত এবং অন্তঃকোর দুটি অংশ ঐসব জায়গায় কতকগুলি লাইন বরাবর যুক্ত থাকে। ঐ যুক্ত লাইনগুলিই হাতের ভাঁজ, যাকে হস্তরেখা বলা হয়। আঙ্গুলের ছাপের গঠন-প্রক্রিয়াও একই রকম। দু-জন লোকের হাতের ছাপ কখনও একরকম নয়, প্রত্যেকের প্রত্যেকটি ছাপই আলাদা।

এপার্কাল হক সম্পর্কে অনেক কিছু আলোচনা হলো—এবার হক যে যে জিনিস তৈরি করে অর্থাৎ হকজাত দৈহিক বস্তুাদির কথা (Integumental derivatives) কিছু আলোচনা করা হচ্ছে।

বহিস্কৃতজাত বস্তুাদি (Epidermal derivatives)—সরীরূপের দেহের আঁশ, পাখীর

পালক, শুভ্রপায়ী প্রাণীর লোম ইত্যাদি বহিস্কৃত থেকে তৈরি হয়। এছাড়া হাত ও পায়ের নখ, চতুষ্পদ প্রাণীর শারের খুঁচ, শিং ইত্যাদিও তা থেকে তৈরি হয়, আর তৈরি হয় শরীরের বিভিন্ন গ্রন্থি, তার মধ্যে শুভ্রপায়ী প্রাণীর ঘর্মগ্রন্থি, তৈল-গ্রন্থি ও দুগ্ধগ্রন্থি (স্তন) উল্লেখযোগ্য। এই গ্রন্থি তিনটির কথা আলোচনা করা হচ্ছে।

ঘর্মগ্রন্থি—ঠোঁট ও নখের গোড়া প্রভৃতি ছাড়া শরীরের সমস্ত অংশে এই গ্রন্থি প্রচুর পরিমাণে থাকে। রেচনকার্য এবং দৈহিক উত্তাপের সমতা রক্ষা করা হলো ঘর্মগ্রন্থির মূল কাজ। বিজ্ঞানীদের হিসাবে দেখা যায় যে, মাছের হকে প্রায় 2½ মিলিয়ন ঘর্মগ্রন্থি আছে এবং 24 ঘণ্টায় একজন প্রাপ্তবয়স্ক লোকের 2-3 লিটার ঘাম বেরোয়। এই ঘামের সঙ্গে শরীরের 8-10 তাগ বর্জ্য পদার্থ ইউরিয়া বেরিয়ে যায়। শারীর-বিজ্ঞানী ক্রজ-এর হিসাব অনুযায়ী হকের বিভিন্ন স্থানে (প্রতি বর্গসেণ্টিমিটারে) ঘর্মগ্রন্থির সংখ্যা এক্রপ—হাতের চেটো—275, কপাল, গলা—175, বুক, পেট—155, কাঁধ, পিঠ, পা—80।

ঘর্মগ্রন্থির ঘাম ঘর্মনালীর সাহায্যে হকের বাইরে বেরোয় (1নং চিত্র)। বিশেষজ্ঞদের বিশ্লেষণ থেকে নিরূপিত উপাদানগুলি ঘামের মধ্যে পাওয়া যায়—

জল—39%, ইউরিয়া—0.03%, ল্যাকটিক অ্যাসিড 0.07%, চিনি—0.004%, ক্লোরিন—1.15% সোডিয়াম—0.15%, পটাশিয়াম—0.017%, সালফেট—0.004%।

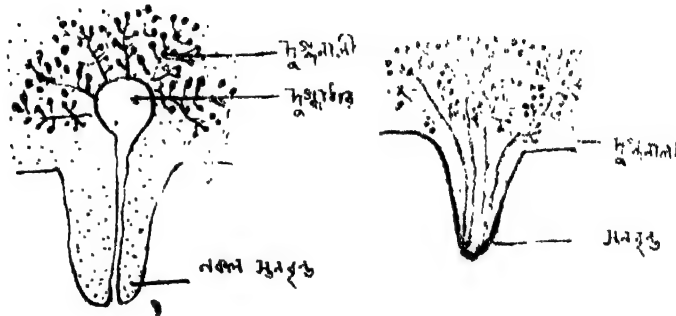
তৈলগ্রন্থি—পায়ের পাতা এবং হাতের চেটো ছাড়া হকের সমস্ত অংশে এই গ্রন্থি আছে। লোমের সঙ্গে এগুলি অঙ্গাঙ্গিতাবে জড়িত। হককে মসৃণ, সজীব এবং তৈলাক্ত রাখা হলো এই গ্রন্থির কাজ। প্রত্যেক মাছের নিজস্ব একটা গন্ধ থাকে। এই গন্ধের জন্তেও তৈলগ্রন্থি দায়ী।

দুগ্ধগ্রন্থি—যেকোনো প্রাণীর অন্তর্গত এক

শ্রেণীর প্রাণীর এই গ্রন্থি অত্যন্ত বৈশিষ্ট্যমূলক একটি লক্ষণ। উক্ত গ্রন্থির নামান্তরবাহীই এই শ্রেণীটির নাম হয়েছে—ম্যামেলিয়া (Mammalia; Mamma-breast-স্তন) বা স্তন্যপায়ী শ্রেণী। এক-একটি স্তন অনেকগুলি ছোট ছোট খণ্ডে (Lobule) বিভক্ত থাকে, প্রত্যেকটি খণ্ড আবার অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বলির (Alveolus) সমষ্টি। তার মধ্যেই থাকে দুগ্ধ-স্রাবকরী কোষ। স্তন থেকে দুগ্ধনালীর সাহায্যে দুগ্ধ বাইরে নির্গত হয়। মূল দুগ্ধনালীটি অসংখ্য ছোট দুগ্ধনালীর সমন্বয়ে তৈরি। স্তনের যে জারগার দুগ্ধনালী এসে বেঁধে হয়, তাকে স্তন-বৃন্ত বলে। উপরে বর্ণিত দুগ্ধগ্রন্থির চার দিকে প্রচুর পরিমাণে চৰ্ম-জাতীয় টিসু জমায়েত থাকে, যার কলে দুগ্ধগ্রন্থি বা স্তন মাংসবহুল হয়।

একটি করে দুগ্ধধার (Cistern) থাকে, যার মধ্যে দুগ্ধনালী থেকে দুগ্ধ এসে জমা হয়। এই দুগ্ধধার থেকে বাঁটের মাধ্যমে (২নং চিত্র) একটি দ্বিতীয় নল দিয়ে দুগ্ধ বাইরে আসে।

অন্তঃস্রবজাত বস্তুদি (Dermal derivatives)—অন্তঃস্রব থেকে মাছের আঁশ তৈরি হয়। সাপ, গিরগিটি ইত্যাদি সরীসৃপজাতীয় প্রাণীর আঁশ তৈরি হয় বহিস্রব থেকে, তাই এই দুই শ্রেণীর প্রাণীদের আঁশ এক নয়। মৎস্য-শ্রেণীকে আবার দুই ভাগে ভাগ করা হয়—তরুণাঙ্গি (Cartilaginous) ও কঠিনাঙ্গি (Bony)। প্রথমোক্ত বিভাগের মাছের গায়ে শুধু এক ধরনের আঁশ থাকে—যার গঠন-পদ্ধতি দাঁতের জায়। এই আঁশের নাম প্লাকয়েড আঁশ (Placoid scale)। মাছের কঠিনাঙ্গির আঁশ



২নং চিত্র

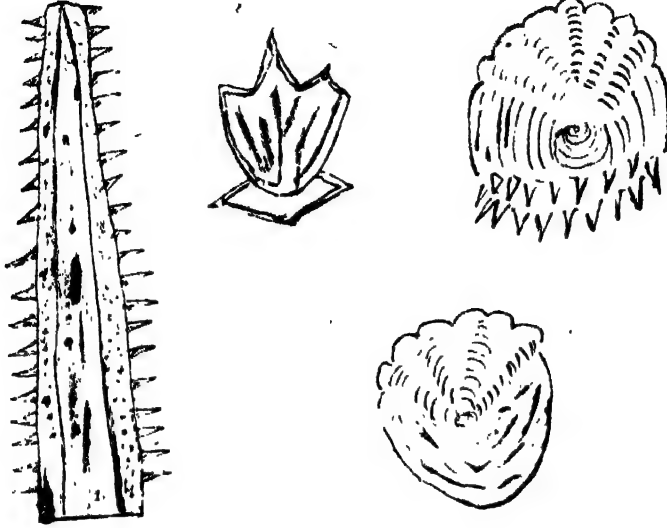
রোমহক প্রাণীর স্তন

মহাস্তন

মাছ, তিমি, বাঘ, ঘোড়া প্রভৃতির একজোড়া করে স্তনবৃন্ত থাকে। ওপোসামের ১২ জোড়া, মাংসালী প্রাণীর ৩-৪ জোড়া এবং গরু, মহিষ, ছাগল ইত্যাদি রোমহক প্রাণীর দুই জোড়া করে স্তনবৃন্ত থাকে। মাছের স্তনবৃন্তে অনেকগুলি দুগ্ধনালী এসে জমা হয়, যার মাধ্যমে দুগ্ধ বাইরে নির্গত হয়। গাভী-মহিষের স্তনবৃন্তকে বাঁট বা নকল স্তনবৃন্ত (False nipple) বলা হয়। এদের বাঁটের গোড়ায়

একটি সাধারণতঃ দুই রকমের হয়—গোলাকার (Cycloid) ও চিরুণী (Ctenoid) আকারের (৩নং চিত্র)। হাঁড়ের প্রভৃতি মাছের সারা শরীরে প্লাকয়েড আঁশ সমানভাবে বিস্তৃত থাকে, কিন্তু কোন কোন ক্ষেত্রে শরীরের বিভিন্ন জারগার সেগুলি ভিন্ন ভিন্ন আকারের হয়ে থাকে। করাত মাছের করাতের দুই দিকে যে ধারালো দাঁতের মত অংশ (৩নং চিত্র) থাকে, সেগুলি আসলে দাঁত

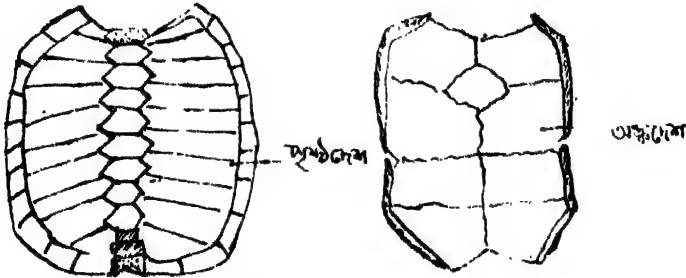
নয়, রূপান্তরিত প্রাকয়েড আঁশ। কচ্ছপের দৈহিক সজ্জিত থাকে, বা সরকারের সময় ব্যবহৃত হয়, অজ-প্রত্যঙ্গাদি যে দুটি ষোলকের (Shell) মধ্যে (3) দৈহিক তাপের সমতা রক্ষা, (4) রেচন, (5) আবদ্ধ থাকে, তাও অন্তত্বক থেকে তৈরি হয় কারণ, (6) খসন—উত্তর প্রাণী ফুলকা ও ফুসফুস



3নং চিত্র

সর্ববামে—করাত-মাছের করাত, উপরে বামে—প্রাকয়েড আঁশ, উপরে দক্ষিণে—চিকণী আঁশ, নীচে—গোলাকার আঁশ।

(4নং চিত্র)। কুমীরের গায়ে শক্ত প্লেটের মত ছাড়া স্বকের সাহায্যেও খাস-প্রখাস ক্রিয়া অংশ, বার উপর বড় বড় আঁশ থাকে, সেই চালায়, (7) চলন-প্রক্রিয়া—মাছ, পাখী এবং বাহুড় প্রকারান্তরে স্বকের সাহায্যেই চলাকোরা করে,



4নং চিত্র

কচ্ছপের অন্তত্বকীয় ষোলস

স্বকের কাজ—শরীরের একটি অপরিহার্য অংশ হলো স্বক। এই স্বকের সাহায্যে দেহের এই সব কাজ সম্পন্ন হয়—(1) রক্ষাবরণী, (2) বাঁহসংরক্ষন—স্বকের মধ্যে যে চর্বি থাকে, তার মধ্যেই বাঁহ কারণ মাছের পাখনা, পাখীর পালক ও ডানা এবং বাহুড়ের ডানা স্বক থেকেই তৈরি হয়, (8) অহুত্ব—স্বকের মধ্যে স্পর্শেন্দ্রিয় বিভাগান, সে ক্ষেত্রে স্পর্শসংক্রান্ত সমস্ত অহুত্ব স্বকের মাধ্যমে আমরা পেয়ে থাকি।

সঞ্চয়ন

টাদের গঠন সম্পর্কে অ্যাপোলো-15 কর্তৃক প্রেরিত তথ্য

অ্যাপোলো-15-এর মহাকাশচারীরা চন্দ্রপৃষ্ঠের হেডলী খাদ এলাকায় বৈজ্ঞানিক যন্ত্রপাতি স্থাপন করে এসেছেন। ঐ সকল যন্ত্র এবং অ্যাপোলো-15-এর ক্যামেরা ও অস্ত্রাস্ত্র সাজসরঞ্জাম মাত্র কয়েক দিনের মধ্যেই বহু তথ্য পৃথিবীতে সরবরাহ করেছে। হিউস্টনে আয়োজিত এক সাংবাদিক সম্মিলনে বিজ্ঞানীরা ঐ সকল তথ্যের ভিত্তিতে চন্দ্র সম্পর্কে নতুন নতুন অভিমত প্রকাশ করেছেন।

গত 4ঠা অগাষ্টে যে সকল বিজ্ঞানী চন্দ্রবক্ষের গবেষণা সম্বন্ধে পরিকল্পনা করেছিলেন, তাঁদের এবং চন্দ্র পরিকল্পনার প্রধান পরিচালকদের উদ্বোধনে এই সাংবাদিক সম্মিলন অনুষ্ঠিত হয়। ঐ সম্মিলনে বিজ্ঞানীরা চন্দ্র সম্পর্কে যে সকল অভিমত ব্যক্ত করেন, তার মধ্যে ডক্টর গ্যারি ল্যাথামের অভিমতই সর্বাধিক উল্লেখযোগ্য।

চন্দ্রগর্ভ পৃথিবীর মতই নানা স্তরে বিভক্ত

নিউইয়র্কের লামন্ট ডোহাটি ভূ-পদার্থ-বিজ্ঞান সংক্রান্ত মানবন্দিরের বিশিষ্ট ভূকম্প-বিজ্ঞানী ডক্টর ল্যাথাম বলেন যে, চন্দ্রগর্ভ পৃথিবীর মতই হরতো নানা স্তরে বিভক্ত। টাদের উপরিভাগের কঠিন 25 কিলোমিটার পরিমিত স্তরটি নানা উপাদানে গঠিত। তারপরে আরও হয়েছে এর দ্বিতীয় স্তর। এই স্তর অন্ততঃ 100 কিলোমিটার পর্যন্ত গভীর।

এখানে টাদের গঠনে আকস্মিক পরিবর্তন লক্ষ্য করা যাবে। নানা অজ্ঞাত উপকরণ দিয়েই এই স্তর গঠিত।

ডক্টর ল্যাথামের নির্দেশে 1969 সালের মার্চ-মাখি সময়ে অ্যাপোলো 11-এর মহাকাশচারীরা

চন্দ্রবক্ষে যে সকল কম্পন-নির্দেশক যন্ত্রপাতি স্থাপন করে এসেছিলেন, সেই সকল যন্ত্রপাতি সেই সময় থেকেই চন্দ্রপৃষ্ঠের কম্পন সম্পর্কে তথ্যাদি পৃথিবীতে সরবরাহ করে এসেছে। সেই সকল কম্পন এবং অ্যাপোলোবানের অংশবিশেষের চন্দ্রবক্ষে পতনের কালে যে কম্পনের সৃষ্টি হয়েছিল, সেগুলি পরীক্ষা করে তিনি তখন বলেছিলেন যে, চন্দ্রগর্ভে কোন স্তর নেই।

ডক্টর ল্যাথাম তাঁর পুরাতন অভিমত সম্পর্কে বলেছেন যে, তারপরে অ্যাপোলো-12, অ্যাপোলো-14 এবং বর্তমানে অ্যাপোলো-15-এর মহাকাশ-চারীরা টাদের বিভিন্ন স্থানে আরও সূক্ষ্ম কম্পন-নির্দেশক যন্ত্রপাতি স্থাপন করে এসেছেন। চন্দ্রপৃষ্ঠে কম্পনের উৎপত্তি স্থল সম্পর্কে এই তিনটি কেন্দ্রের যন্ত্রপাতির সাহায্যে যে সকল নতুন নতুন তথ্য সংগৃহীত হয়েছে, সেগুলির ভিত্তিতেই তাঁর পূর্ব অভিমতের পরিবর্তন করতে হয়েছে।

অ্যাপোলো-15 কর্তৃক প্রেরিত

অ্যাপেনাইন পর্বতের চিত্র

হিউস্টন মহাকাশকেন্দ্রের চন্দ্র ও অস্ত্রাস্ত্র গ্রহ সম্পর্কে তথ্যাহুসন্ধানী পরিকল্পনা পর্যালোচনা বিভাগের প্রধান ডক্টর পল গ্যাট অ্যাপোলো-15 কর্তৃক প্রেরিত টেলিভিশন চিত্র সম্পর্কে বলেছেন যে, এগুলি সবই টাদের অ্যাপেনাইন পাহাড়ের প্রথম ছবি। টাদের সৃষ্টির প্রথম পর্বায়ে একটি প্রহাপুর সংঘাতে তার বৃকে সৃষ্টি হয়েছিল ইমব্রিয়াম উপসাগর এবং তাঁর নিকটস্থ জা মেরো এলাকা থেকে যে সকল উপকরণ ছিটকে পড়েছিল, সেগুলি দিয়েই তৈরি হয়েছে অ্যাপেনাইন পর্বতের চূড়া।

ঐ পর্বতের মধ্যভাগটি তৈরি হয়েছে এর চেয়েও প্রাচীন বিধর সমুদ্র বা সী অব সেরিনিটির উপকরণ দিয়ে। আর এর পাদদেশ গঠিত হয়েছে চাঁদ-স্থটির প্রথম দিনের উপকরণ দিয়ে। অ্যাপেনাইন পর্বতের সমুদ্রভাগ হেডলী খাদ ওই পার্বত্য অঞ্চলেরই অন্ততম অংশ। মহাকাশচারী রুট ও আরউইন ঐ অঞ্চলে পুঙ্খানুপুঙ্খভাবে তথ্যাদি সংগ্রহ করেছেন।

চাঁদের চৌম্বক ক্ষেত্র

মার্কিন মহাকাশ সংস্থার ক্যালিফোর্নিয়ার এমজ গবেষণা কেন্দ্রের ডক্টর পল ডারেল চাঁদের চৌম্বক ক্ষেত্র সম্পর্কে বলেছেন যে, অ্যাপোলো-15 চন্দ্রবক্ষে চৌম্বক শক্তি সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহের জন্তে একটি ম্যাগনেটোমিটার স্থাপন করে এসেছে। এই বস্তুটি যে সকল তথ্য পৃথিবীতে প্রেরণ করেছে, তাতে জানা যায়—যে স্থানে ঐ বস্তুটি বসানো হয়েছে, সেখানকার চৌম্বক ক্ষেত্রের শক্তির পরিমাণ চাঁদের অন্তর্ভুক্ত স্থানের গড়পড়তা শক্তির তুলনায় কম।

ডক্টর ডারেল এই প্রসঙ্গে আরও বলেন যে, চাঁদের গভীরে যে বৈদ্যুতিক সঙ্কেত পাঠানো হচ্ছে, সে সম্পর্কে তথ্যাদি ঐ ম্যাগনেটোমিটারের সাহায্যে সংগৃহীত হচ্ছে। ঐ সকল তথ্যের সাহায্যে আলোক বিজ্ঞানীরা চন্দ্রগর্ভের কেন্দ্রস্থল পর্বত তাপমাত্রা সম্পর্কেও একটা আঁচ করতে পারবেন।

চাঁদের আয়ননমণ্ডল সম্পর্কে তথ্যানুসন্ধান

টেক্সাস বিশ্ববিদ্যালয়ের ডক্টর কেন হিলস বলেন যে, চাঁদের আয়ননমণ্ডল বা আয়নোস্ফিয়ার

সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহের উদ্দেশ্যে যে ডিটেকটর বস্তুটি স্থাপন করা হয়েছে, তাতে অ্যাপোলো-15 চাঁদখানটিকে চন্দ্রবক্ষে নিক্ষেপ করবার কলে সেখান থেকে কয়েক মিনিট ধরে কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রভৃতি যে সকল রাসায়নিক পদার্থ উৎক্লিষ্ট হয়েছিল, তাও ধরা পড়ে। এটি অতিরিক্ত লাভ, কারণ ঐ বস্তুটি চাঁদের অতি হ্রস্ব আয়ননমণ্ডল সম্পর্কেই যাত্রা তথ্য সংগ্রহের জন্তে স্থাপন করা হয়েছে।

চাঁদে তাপ-প্রবাহ নিরূপণের

প্রথম উত্তোপ

ল্যামন্ট ডোহাটি মানমন্দিরের বিজ্ঞানী ডক্টর মার্কাস ল্যাংসেথ বলেন, অ্যাপোলো-15-এর মহাকাশচারীরাই প্রথম চাঁদে তাপ-প্রবাহ নিরূপণের বস্তু স্থাপন করে এলেন। চাঁদের অভ্যন্তর থেকে কি হারে তাপমাত্রা মহাকাশে ছড়িয়ে পড়েছে, তা প্রত্যক্ষভাবে ঐ বস্তুর সাহায্যে নিরূপণ করা সম্ভব হবে। চাঁদের গর্ভ কি পরিমাণে উত্তপ্ত বা শীতল, তা সঠিকভাবে জানবার ব্যাপারে এই সকল তথ্য খুবই সহায়ক হবে। ডক্টর গ্যান্ট সকলের শেষে বলেন যে, অ্যাপোলো-15 যে সকল তথ্য সংগ্রহ করেছে, সেই তথ্যাদি এসে পৌঁছলে প্রকৃত তথ্য নিরূপিত হবে। তবে বিজ্ঞানীদের অভিমত, চাঁদ অতি দ্রুত গঠিত হয়েছে। এর অভ্যন্তর তাপ শীতল এবং উপরিভাগ উত্তপ্ত। পৃথিবী ও অন্তর্ভুক্ত গ্রহে এর উল্টোটাই দেখা যায়। রাসায়নিক গঠনের দিক থেকে চাঁদ পৃথিবী এবং সৌর-মণ্ডলীর অন্তর্ভুক্ত গ্রহ থেকে ভিন্ন।

କିଶୋର ବିଜ୍ଞାନୀର ଦମ୍ଭର

ଜ୍ଞାନ ଓ ବିଜ୍ଞାନ

ସେପ୍ଟେମ୍ବର-ଅକ୍ଟୋବର — 1971

ଚତୁର୍ବିଂଶ ବର୍ଷ — ନବମ-ଦଶମ ସଂଖ୍ୟା



ক্যালিফোর্নিয়ার জঙ্গলে দুটি বাচ্চাসহ বুঁটিওয়ালা হতেম প্যাচা।

আমাদের শ্রাণ-যন্ত্র ও গন্ধ-রহস্য

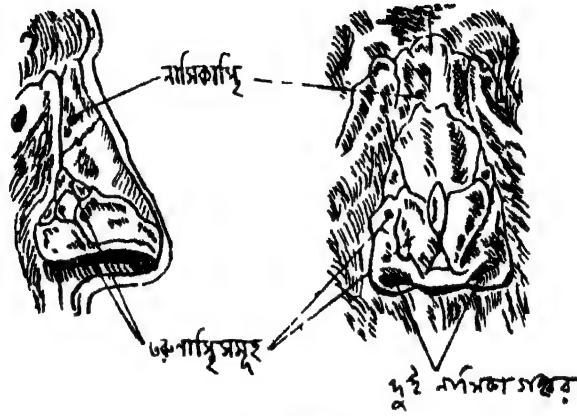
নাক বাদেই জন্মের, অনেক সময় তাঁদের চলাফেরায় একটু নাক-উঁচু ভাব দেখা যায়। বাদেই নাক বেশ উঁচু, সৌন্দর্যের বিচারে তাঁরা একটু উপরে স্থান পেয়ে থাকেন। আর বাদেই নাক নিতান্তই রেলগাড়ী-চলে-যাওয়া কিংবা কামান দাগা, তাঁরা স্বভাবতঃই কিছুটা হীনমস্ততায় ভোগেন। বর্ণনায় শোনা যায়—কারোর নাক টিয়াপাখীর ঠোঁটের মত, কারোর বা তা বাঁশির মত। আসলে বর্ণনায় যা-ই বলা হোক না কেন, কাজের দিক থেকে খাঁদা কিংবা টিকালো নাকের কোন ভেদ নেই—তবে সৌন্দর্যের বিচারে আলাদা কথা।

নাকের যে বৈশিষ্ট্য নিয়ে আমরা আলোচনা করি, সে হলো তার বহিঃরূপ। নাসিকা-রহস্যের চাবিকাঠি লুকিয়ে আছে দেহের অভ্যন্তরে। তাই ভিতরের গঠন ও তার কার্যক্রম বিচার করলে টিকালো বা খাঁদা নাকের তারতম্য ঘুচে যাবে, তখন আর উঁচু নাকের জন্তে গর্ব করা চলবে না।

নাকের আসল কাজ দুটি। শ্বাস-প্রশ্বাস ও গন্ধের অনুভূতি। অবশ্য স্বাদ গ্রহণের ব্যাপারটিও এর সঙ্গে যুক্ত। তবে সে সব কথা পরে। শ্বাস-প্রশ্বাসের ব্যাপারে নাকের সঙ্গে প্রত্যক্ষভাবে যোগাযোগ ফুসফুসের। আর গন্ধের অনুভূতি ও স্বাদ গ্রহণের ব্যাপারটি এক জটিল ব্যবস্থার মাধ্যমে সরাসরি যুক্ত মস্তিষ্কের বহিস্কৃত বা Cortex-এর সঙ্গে।

শ্রাণ-যন্ত্রের সংক্ষিপ্ত একটি অংশ রয়েছে বাইরের দিকে। এই অংশটিকে বহিঃনাসিকা বা সাধারণভাবে নাক বলা হয়। বহিঃনাসিকা দু-মুখ খোলা একটি দু-নলা চোঙ, অনেকটা দু-নলা বন্দুকের ব্যারেলের মত। দুটি নলের মাঝে আছে বিভেদ প্রাচীর, যাকে ইংরেজীতে বলে সেন্টাম (Septum)। সেন্টাম লালনের আকারের এক বিশেষ ধরনের হাড় দিয়ে তৈরী। হাড়গুলি নরম ও জীব-বিজ্ঞানের ভাষায় একে বলা হয় তরুণাঙ্কি। বহিঃনাসিকার সম্মুখভাগ মূলতঃ বায়ুর প্রবেশ ও নির্গমনের কাজ করে থাকে। সমগ্র বহিঃনাসিকাটি তরুণাঙ্কির দ্বারা গঠিত। নলের শেষ প্রান্ত দুটি যেখানে যুগ্মের সঙ্গে যুক্ত রয়েছে, ঠিক সেখানে আছে একজোড়া ছোট শক্ত হাড়ের কাঠামো। এদের নাম নাসিকাঙ্কি। সেন্টামের দু-পাশে স্নড়নের মত যে দুটি নল অগ্রভাগ পর্যন্ত প্রসারিত, তাকে বলে নাসিকাগহ্বর (Vestibule)। নাসিকাগহ্বরের সম্মুখ প্রান্তে ভিতরের দিকের দেয়ালে থাকে বেশ কিছু লম্বা লোম। এরা নাসিকাগহ্বরের ভিতরে জটিল জালের সৃষ্টি করে। নিশ্বাসবায়ুর সঙ্গে পর্যাপ্ত পরিমাণে মূলিকণা ও কোন কঠিন বস্তুর ছোট ছোট কণা নাকের মধ্যে ঢুকলে এই লোমের জালে সহজেই ধরা পড়ে।

বাম ও দক্ষিণ নাসিকাগহ্বরের বাইরের দিকের দেয়াল থেকে বেরোনো ভোমার (Vomer), এথময়েড (Ethmoid) প্রভৃতি অস্থিগহ্বরকে মোট তিনটি অপরিসর কক্ষে বিভক্ত করেছে। এথময়েডীয় অস্থির উপরাংশে আছে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ছিদ্র। এগুলির মধ্য দিয়ে আগবাহী স্নায়ুগুলি (Olfactory nerve) মস্তিষ্কে প্রবেশ করে। দুই নাসিকাগহ্বরের ভিতর দিকের দেয়ালে আবরণীর নীচে আছে অসংখ্য গন্ধগ্রাহী কোষ (Olfactory receptor cell)। কোষগুলির সঙ্গে যুক্ত আগবাহী স্নায়ু মস্তিষ্কে বার্তা নিয়ে যায়। নাসিকাগহ্বরের শেষ প্রান্তে মূল গহ্বর (Nasal foosa), তার সঙ্গে খাসনালীর সংযোগ [1, 2 চিত্রে দ্রষ্টব্য]।

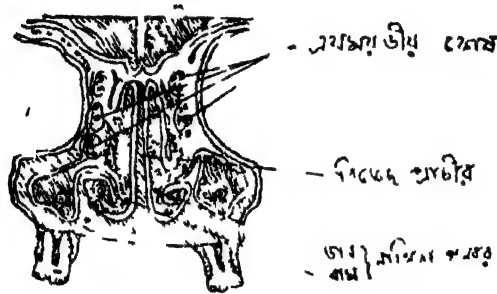


1নং চিত্র

আমাদের যে কোন অল্পভূতিকে জীবনের পথপ্রদর্শক বলা চলে। শব্দ, আলো ইত্যাদি অল্পভূতির ক্ষেত্রে মানুষে মানুষে অনেক পার্থক্য দেখা যায়। গন্ধাল্পভূতিতে এই পার্থক্য আরও বেশী। কোন একটি গন্ধ কারোর ভাল লাগে, কারোর বা লাগে না। মনোবিজ্ঞানীরা বলেন, আমাদের পুরনো অভিজ্ঞতার উপরই কোন গন্ধ ভাল-লাগা বা না-লাগা নির্ভর করে। কোন হৃৎকেন্দ্র ঘটনার সঙ্গে কোন গন্ধের স্মৃতি যদি জড়িত থাকে, তবে অশ্রু পান্ড করলেও আমরা সচেতন বা অচেতনভাবে সেই গন্ধটিকে অপছন্দ করে থাকি। অনেক সময় আমরা অনেক বিরক্তিকর গন্ধের সঙ্গেও দিব্যি সন্ধি করে কেলি। রাসায়নিক কারখানা বা চামড়ার কারখানার আশেপাশে যাদের বাড়ী, তাঁরা দিনের পর দিন ঐ হৃৎকেন্দ্রের মধ্যে বাস করা ছাড়া অশ্রু উপায় না পেয়ে গন্ধটিকে সহ্য করে নেন এবং হৃৎকেন্দ্রের মধ্যে নির্বিবাদে বাস করেন।

বিভিন্ন সময়ে একই ব্যক্তির শারীরিক ও মানসিক অবস্থার উপর গন্ধের অল্পভূতি নির্ভর করে। বয়স-বৃদ্ধি, মানসিক পরিবর্তন, শারীরিক সুস্থতা বা অসুস্থতা আমাদের এই অল্পভূতিতে প্রভাব বিস্তার করে। সুস্থ অবস্থার যে গন্ধটি ভাল লাগে, অসুস্থ অবস্থার

সেই গন্ধই বিরক্তিকর মনে হতে পারে। গন্ধানুভূতির ক্ষেত্রে এক ধরনের বিভ্রম (Hallucination) লক্ষ্য করা যায়। মন খারাপ থাকলে বা অন্থে ভুগে ভুগে দেহ ও মন ক্লান্ত হয়ে পড়লে তখনকার নিঃসঙ্গ অবস্থায় শৈশবের আনন্দময় নানা ছবি আমাদের স্মৃতিতে উজ্জ্বল হয়ে ওঠে। এই ছবিগুলি দেখতে দেখতে আমরা কখনো বা স্নগন্ধের অনুভূতিতে চমকে উঠি। মনে হয় কই এই রকম ফুল বা গন্ধ কাছাকাছি কোথাও তো নেই। শৈশবজীবনের কোন স্নগন্ধের স্মৃতিই বাস্তবকে উপেক্ষা করে এই অনুভূতির সৃষ্টি করতে পারে। অপরাধীদের ক্ষেত্রেও এরকম ঘটনা দেখা যায়। কারাগারের নির্জন ঘরে পুরনো ঘটনা ভাবতে ভাবতে খুনী ব্যক্তিটি হঠাৎ চমকে ওঠেন। কয়েক বছর আগে যাকে খুন করেছিলেন, তার দেহের গন্ধটিই এতদিন বাদে ফিরে আসে অবিচ্যুতভাবে। তবে মানুষের ক্ষেত্রে এই গন্ধস্মৃতি খুব সক্রিয় নয়। মানুষের উন্নত ধরনের দৃষ্টি ও শ্রবণ-শক্তি আর তারই সঙ্গে কল্পনাশক্তি, বাস্তববোধ, বয়সবৃদ্ধি, শিক্ষা, কচি, কর্মব্যস্ততা ইত্যাদি



২নং চিত্র

মানুষের নাক সোজা হুজি কাটা হয়েছে।

প্রায়শঃই এই স্মৃতিকে মুছে দেয়। পশুদের ক্ষেত্রে এই গন্ধস্মৃতি অত্যন্ত সক্রিয়। কোন ব্যক্তি বা বস্তু কোন বিশেষ গন্ধ কুকুরের স্মৃতিতে চিরকাল উজ্জ্বল হয়ে থাকে। তাই বেশ কয়েক বার হাত বদলের পরেও প্রাক্তন প্রাণকে চিনতে তার কষ্ট হয় না। কোন ব্যক্তির ব্যবহৃত জিনিষের গন্ধ শুঁকে বহু লোকেব মধ্যে থেকেও নির্দিষ্ট ব্যক্তিকে খুঁজে বের করে অনারাসে। পুলিশ-কুকুরের সাহায্যে অপরাধী খুঁজে বের করার কথা কারও অজানা নয়। আশ্চর্যের বিষয়, একই ব্যক্তির দেহে বিভিন্ন সময়ে নানা ধরনের গন্ধ সৃষ্টি হতে পারে। আবার একই ব্যক্তির দেহে একই সময়ে বিভিন্ন অংশের গন্ধও এক নয়। সে ক্ষেত্রে কুকুর যে কিভাবে কোন একটি অংশের গন্ধের সূত্র ধরে মানুষটিকে চিনে বের করে, বিজ্ঞানীদের তা আজও অজানা। তবে কি প্রতিটি ব্যক্তির নিজস্ব একটি গন্ধ আছে, যা একেবারে স্বতন্ত্র ও মৌলিক? যদি তা থাকে, তবে এরই সঙ্গে আরও একটি সত্য বেরিয়ে আসবে—মানুষে মানুষে দেহগন্ধের মিল নেই। বিজ্ঞানী হ্যাল ক্যালমাস

বলেছেন—হুটি মানুষের দেহের গন্ধ একেবারে আলাদা। তিনি পরীক্ষা করে দেখেছেন—হুবহু এক রকমের হুটি যমজ শিশুর ক্ষেত্রেই কেবল দেহগন্ধের মিল দেখা যায়। তিনি অবশ্য কুকুরের পরীক্ষা দিয়েই তা প্রমাণ করেছেন। এই তথ্য যদি সত্য বলে বিজ্ঞান কোনদিন মেনে নেয়, তবে হাডের ছাপ ইত্যাদির মত অপরাধীর গায়ের গন্ধও রেকর্ড করে রাখা হবে, যাতে অপরাধীকে সহজে ধরা যায়। মহাভারতের কাহিনীতে দেখা যায়—দ্বিতীয় পাণ্ডব ভীমসেন ভীম রকমের গন্ধ-সচেতন ছিলেন। পাণ্ডবদের পুড়িয়ে মারবার জন্তে হর্ষোদন যে জড়ুগৃহ তৈরি করেছিলেন, ভীমসেন গন্ধ শুঁকেই নাকি তার মধ্যে বিপদের সম্ভেদ পেয়ে যান এবং সপরিবারে পালিয়ে আশ্রয়লাভ করেন।

গন্ধ আমাদের স্বাভাবিক শাস্ত্র জীবনে হঠাৎ কখনো উৎসাহ-উত্তেজনা, কখনো বা ক্রান্তি-অবসাদ এনে দিতে পারে। সুগন্ধি যেমন মনকে প্রফুল্ল রাখে, ঠিক তেমনি কুৎসিত বা দুর্গন্ধ মনকে বিষাদ ও বিরক্তিতে ভরে দেয়। আবার কোন বিশেষ গন্ধায়ুত্ব শাস্ত্র ও ধীর মস্তিষ্কে হঠাৎ উত্তেজিত করে তুলতে পারে অতি সহজে। মানুষের ক্ষেত্রে এই প্রভাব ততটা কার্যকর হয় না রুচিবোধ, শিক্ষা, সংযম ইত্যাদির জন্তে। কিন্তু পশুদের ক্ষেত্রে এটি যথেষ্ট প্রকট হয়ে দেখা দেয়। প্রজননের সময় স্ত্রী-পশুরা তাদের যৌনান্দ্র থেকে এক ধরনের গন্ধ বের করে। গন্ধটি অল্প প্রজাতির উপর প্রভাব বিস্তার করতে পারে না। কিন্তু নিজ প্রজাতির পুরুষ পশুরা ঐ বিশেষ গন্ধে যৌন উত্তেজনা বোধ করে। শরীরের এই পরিবর্তন সাধনে গন্ধ এখানে হরমোনের কাজ করে। এক্ষেত্রে তাই গন্ধকে বায়ুবাহী হরমোন বলা চলে।

উপদান ও রাসায়নিক গঠনের পার্থক্যের জন্তে বিভিন্ন পদার্থের গন্ধ বিভিন্ন হয়ে থাকে। রসায়নের ভাষায় যাদের Isomer বলে, অর্থাৎ যে সব পদার্থের অণুগুলি সমসংখ্যক সমজাতীয় পরমাণু দিয়ে গঠিত হলেও পরমাণুগুলির পারস্পরিক সংযোগ বা সংস্থান এক নয়, তাদের ক্ষেত্রে অস্বাভাবিক মত গন্ধ ও স্বাদে বৈচিত্র্য দেখা যায়; যেমন অ্যামোনিয়াম সাইনোনেট (NH_4CNO) এবং ইউরিয়া [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$]। হুটি পদার্থের গন্ধ সম্পূর্ণ আলাদা।

একসময় মনে করা হতো, গন্ধবাহী বস্তুকণা কিংবা অদৃশ্য গন্ধরশ্মিই বুঝি এই অস্বভাবের কারণ। কিন্তু ইদানীং কালের পরীক্ষা-নিরীক্ষায় এই তত্ত্বগুলি অসার প্রমাণিত হয়েছে। গন্ধবিশিষ্ট কোন উদ্বায়ী পদার্থের সূক্ষ্ম অণু বাতাসে বাহিত হয়ে বা ব্যাপনক্রিয়ায় (Diffusion) পদার্থতল থেকে বেরিয়ে যখন নাকের মধ্যে জাগবাহী কোষগুলিকে স্পর্শ করে, তখন জাগবাহী স্নায়ুর সাহায্যে বার্তা পৌঁছায় মস্তিষ্কের Cortex-এ। মস্তিষ্ক এই গন্ধগুলির বৈশিষ্ট্য উপলব্ধি করে। মস্তিষ্কের উপলব্ধি অনুসারেই গন্ধটিকে ভাল বা খারাপ লাগে।

বিজ্ঞানী লর্ড অ্যাড্রিয়ানের মতে, এই গন্ধগ্রাহী কোষগুলি কয়েক ডজন জৈবীতে বিভক্ত। এক-একটি জৈবী এক এক ধরনের গন্ধের জন্তে উপযোগী। কোন জৈবীর অন্তর্গত জৈবীটি সদস্য তাদের জন্তে নির্ধারিত গন্ধবিশিষ্ট অণুর আগমনবার্তা পৌঁছে দেয় মস্তিষ্কে। তাদের পাঠানো খবর থেকেই মস্তিষ্ক গন্ধটিকে অনুভব করে। পৃথিবীতে গন্ধ অসংখ্য রকমের। আর তাদের জন্তে সক্রিয় রয়েছে গন্ধগ্রাহী অসংখ্য কোষজৈবী। এরকম কোষের সংখ্যা এখন নির্ণয় করা গেছে। দুই নাকের ভিতর দিকের দেয়ালে রয়েছে মোট দশ লক্ষ কোষ [৩নং চিত্র]।

একই গন্ধ অনেক শুঁকলে ঐ গন্ধের অনুভূতি ক্রমশঃ কমে আসে। এ রহস্যটিও চিন্তাকর্ষক। আসলে ঐ বিশেষ গন্ধটির জন্তে যে গন্ধগ্রাহী কোষগুলি কাজ করে। অনেকক্ষণ একটানা পরিশ্রমে তারা ক্লান্ত হয়ে পড়ে, ঠিক যেমন একটানা পরিশ্রমে আমরাও ক্লান্তি বোধ করি। ঐ ক্লান্ত কোষগুলি তখন আর মস্তিষ্কে খবর পাঠাতে পারে না। ফলে বার্তা সন্মবরাহের অভাবে আমাদের জ্ঞানশক্তি ঐ বিশেষ গন্ধটির ক্ষেত্রে নিষ্ক্রিয় হয়ে পড়ে অথচ তখন অল্প গন্ধ দিব্যি অনুভব করা যায়। আমরা সবাই সব গন্ধ অনুভব করতে পারি না। কোন বিশেষ গন্ধ অনুভবের জন্তে যে কোষজৈবী আছে, তাদের অক্ষমতার ফলেই এরকম হয়ে থাকে। পশুদের ক্ষেত্রেও এর মিল আছে। গরু, ঘোষ প্রভৃতি



৩নং চিত্র

নাকের ভিতরের অংশ—তির্ভকছেন।

পশু ঘাস, গাভা ইত্যাদি ছাড়া অল্প কোন গন্ধ বিশেষ বুঝতে পারে না। সর্দি বা নাকের অন্য রোগে জ্ঞানশক্তি সাময়িক বা স্থায়ীভাবে নষ্ট হয়ে যায়। নস্ট ব্যবহার, ধূমপান ইত্যাদিও জ্ঞানশক্তিকে অনেকাংশে নষ্ট করে দেয়।

গন্ধগ্রাহী কোষগুলি এবং মস্তিষ্কের মধ্যে পারস্পরিক যে সংস্ক, তার সঙ্গে তুলনা চলে কোন শহরের টেলিকোন এক্সচেঞ্জের। গ্রাহকদের সঙ্গে এক্সচেঞ্জের যেমন সংযোগ থাকে, একেজের ঠিক তাই। গ্রাণগ্রাহী কোষগুলি গ্রাণবাহী স্নায়ুর সাহায্যে সংযুক্ত রয়েছে মস্তিষ্কের সঙ্গে। অন্তর্মুখী স্নায়ু খবর পৌঁছে দেয় মস্তিষ্কের Cortex-এ। সেখানে চলে গন্ধ-বিশ্লেষণ। মস্তিষ্কের অল্পভূতি বহিমুখী স্নায়ুর সাহায্যে পৌঁছে যায় দেহের বিভিন্ন অংশে। কোন স্নগন্ধ আরও বেশী করে উপভোগ করবার জন্তে মস্তিষ্কের ছকুমে আমরা জোরে জোরে খাল টানি, নিঃশ্বাসের সঙ্গে উদ্বারী গন্ধ-অণুকে নাকের মধ্যে এনে গন্ধগ্রাহী কোষগুলির সঙ্গে সংযোগ ঘটিয়ে দিই আবার বিরক্তিকর গন্ধ থেকে নিজেকে বাঁচাবার জন্তে মস্তিষ্কের আদেশেই নাক বন্ধ করি বা রুমাল চাপা দিই। কাজেই একথা নির্বিবাদে বলা যায়, নাক দিয়ে গন্ধ শুঁকলেও গন্ধটি আগলে পায় মস্তিষ্ক।

অলোক সেন

জেনে রাখ

আমেরিকায় আদি বসবাসকারী ইংরেজরা সর্বপ্রথম যুক্তরাষ্ট্রের উত্তর পূর্ব কোণে যে জায়গায় বসতি স্থাপন করেছিল, সেই জায়গাটা এখন নিউ ইংল্যান্ড নামে পরিচিত। সে স্থানে খাড়াভাবে দেখা দিলে সেখানকার আদিম অধিবাসী রেড ইণ্ডিয়ানরা তাদেরকে ক্রাম নামক প্রচুর সেল-



কিসের সম্ভান বলে দেয় এবং সেগুলিকে চৌকা গর্তের মধ্যে রেখে তার চতুর্দিকে উত্তপ্ত প্রস্তরখণ্ড সাজিয়ে কেমন করে সেগুলিকে খাড়াপবাগী করা যায়, তাও দেখিয়ে দেয়। ক্রাম পুড়িয়ে খাওয়া এখন একটা প্রচলিত রীতি হয়ে দাঁড়িয়েছে এবং নিউ ইংল্যান্ডে প্রত্যেক বছর জুন থেকে সেপ্টেম্বর পর্যন্ত ক্রামবেক ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

তিনটি গাছ

বারো বছর বয়স পর্যন্ত শহরের প্রভাবের বাইরে একেবারে প্রকৃতির নিজের রাজ্যে কাটিয়েছিলাম। তাকে তখন এড়িয়ে যাবার জো ছিল না। সে তার হাড়-কাঁপানো শীত, তার মন-ভোলানো বসন্ত আর গ্রীষ্ম, তার আশ্চর্য বর্ষা আর ফল-পাকানো শরৎ-হেমন্তের কুরাশা, ফুলের বাহার, মেঘ, রামধনু, ছোট ছোট বজ্রার সঙ্গে মৌমাছি, গুটিপোকা, প্রজাপতি, পাখী, জেঁক, সাপ, শোঁয়াপোকা, চামুচিকা, বাহুড়, শেয়াল, খ্যাকশেয়াল নিয়ে আমাদের চারদিকের দৃশ্যমান আর অদৃশ্য জগতে এমন ভিড় করতো যে, তার মধ্যে নিজেকে পা রাখবার জায়গা খুঁজে বের করাও মাঝে মাঝে মুন্সিলের ব্যাপার হয়ে দাঁড়াতো। কেবলি মনে হতো এটা ওদেরি জায়গা, আমাদের একটু দেখেও চলেতে হবে।

যেই না এই কথা মনে হওয়া, অমনি দেখলাম আমরাও দিবা ওদের রাজ্যে জায়গা পেয়ে গেছি। তার উপর বড়রা কেবলি সাবধান করে দিতেন—ঠ্যাং নেই, লম্বা গড়নের—ওগুলি সাপ, কামড়ালেই মারুব মরে যায়, কাছে বাস নি। মেটে রঙের দুটো শিং-ওয়ারা, পিঠে শামুক, যেখানে যায় চট্টটে দাগ টেনে যায়—ওকেও এড়িয়ে চলিস। আর খবরদার ব্যাঙের ছাতার ধারেকাছেও যাবি না। বিলেতে প্রতি বছর বহু লোক নাকি ব্যাঙের ছাতা খেয়ে মরে যায়, তাছাড়া ওতে হাত দিলেও হাতে ঘা হয়। এই সব সাবধানী কথা কানে নিয়ে প্রকৃতির রাজ্যের ঠিক মাঝখানে আমরা বাস করতাম।

গাছপালাগুলি ছিল আমাদের বন্ধু—যেমন তাদের স্নিগ্ধ ছায়া, তেমনি মিষ্টি তাদের ফল, আর সবচেয়ে মনোহর তাদের ডালপালার রহস্য। কত পাখীর বাসা, কত অঙ্কুর কোটর, কত আশ্চর্য পোকার গুটি, কত অগন্ধি আঠার টুপলি। একবার গাছে চড়লে আর নামতে ইচ্ছা করতো না।

সবচেয়ে অন্তরঙ্গ ছিল আমাদের বাড়ীর হাতার মধ্যে তিনটি বড় বড় জালপাতি গাছ। সেগুলিকে সারা বছর ধরে দেখে দেখে আমাদের আশ মিটতো না। কলকাতা থেকে মাসী গেলেন, তাঁকে ফলের বাহার দেখিয়ে বললেন—কলকাতার নাকি তোমরা পয়সা দিয়ে এসব ফল কেন, তাও অনেক ছোট, অনেক শুকনো, অনেক কম মিষ্টি? মাসী নাক সিট্টকে বললেন—দুঃখ। এগুলিকে আবার জালপাতি বলে নাকি, এই টাউস বড়, কামড়ালেই রস গড়ায়, জামায় লাগলে তার দাগ ওঠে না, চিবুতে ক্যাচ-ক্যাচ করে। আসল জালপাতি দেখতে চাও, কলকাতার মার্কেটে বাস। কেমন ছোট,

হলুদে, লম্বাটে গড়ন, পাকলে নরম তুলতুল করে। এগুলি আমাদের দিলেও খাবো না। তাঁর দেখাদেখি তাঁর মেয়েও বললো—হ্যাঁ-হ্যাঁ-হ্যাঁ, দিলেও খাব না। আমরা এমনি অথাক হয়ে গেলাম যে, ভাল করে কোন উত্তর দিতেও পারি নি। তবে সত্যিই যে খেতেন না, তাও নয়। প্রত্যেক বছর ঐ গাছে ফল হতো, কখনো বাদ যেত না। কিন্তু পঞ্চাশ বছর পরেও আজ পর্যন্ত ঐ তিনটি শ্রাসপাতি গাছ আমার মনের মাটিতে তেমনি উজ্জল সরস চেহারা নিয়ে দাঁড়িয়ে আছে। এই লেখা তাদেরি বিষয়ে।

বতসুর মনে হয়, গাছগুলির গা খুব মোলায়েম ছিল না। ওখানকার উচ্চতা ছিল পাঁচ হাজার ফুটেরও বেশী, শীতকালে এত ঠাণ্ডা হতো যে, ছোট ছোট ঢেউও ছাে অনেক নদী-নালা জমে যেত। শুধু যেগুলির শ্রোত বেশী, সেগুলি জমতো না। কনকনে ঠাণ্ডা একটা হাওয়া বইতো। বেজায় কষ্ট হতো। কষ্টটা শুধু শরীরের ছিল না, গাছগুলির অবস্থা ভেবে মনেও বড় কষ্ট হতো। মাছগুলি বরং অনেক বেশী আরামে থাকতো। নদী-নালা ছোট ছোট পুকুরের উপরে হয়তো জল জমে এক পরত বরফ হয়ে থাকতো, তার নীচে দিব্য বরফের ছাদের তলায় মাছেরা আনন্দে সাঁতার কেটে বেড়াতো—একথা আমাদের পাহাড়ী ধাই-মা'রা প্রায়ই আমাদের বলতো।

শ্রাসপাতি গাছগুলির কথা আর কি বলবো। শীতের হাওয়া লাগতেই তাদের পাতাগুলি প্রথমে ফিকে সবুজ, তারপর হলুদ, তারপর পাইকিলে, লালচে, কোন কোন গাছে কুচকুচে কালো হয়ে গিয়ে ঝরে পড়তো। গাছের তলায় শুকনো পাতাগুলি ছুপাকার হয়ে থাকতো। এমন একটা সৌন্দর্য গন্ধ বেরুত যে, স্পষ্টই বোঝা যেত ওরা সব মরে গেছে।

শুকনো ঘূর্ণী হাওয়ার মরা পাতাগুলি বাগানের ঘাস-জমিতে উড়ে উড়ে বেড়াতো, চারদিক নোংরা দেখাতো। মালি সেগুলিকে লম্বা বাঁশের হাতল লাগানো কাঁটা দিয়ে আঁচড়ে আঁচড়ে এখানে-ওখানে—যেখানে হাওয়া লাগতো না, এমন জায়গায় জড়ো করতো। তারপর সবগুলিকে একসঙ্গে করে বাড়ী থেকে একটু দূরে প্রকাণ্ড এক টিপি বানাতো। সন্ধ্যার আগে তাতে আগুন লাগানো হতো। দেখতে দেখতে সে আগুন উঁচু হয়ে অগ্নি উঠতো। মালি আর অগ্নি চাকরেরা বালতি করে জল, গাছের ডাল ইত্যাদি নিয়ে তৈরি থাকতো, যাতে আগুন ছড়িয়ে না পড়ে আর আমরা আগুনের বতটা কাছাকাছি বাওয়া সম্ভব, ততটা এগিয়ে তাকে ঘিরে থাকতাম। কান ভরে যেত আগুনের গানে। সে গান কাঠ-কাটা আগুনের আওয়াজ দিয়ে তৈরি নয়, চাপা একটা গগন-গগন সুর। এখনো সে আমার কানে লেগে আছে। আর কি সুন্দর গন্ধ। পাকা ফল, শুকনো গুড় কিংবা মিহি একটু কস্তুরির গন্ধ নাকে এলো—সে গন্ধের কথা মনে পড়ে।

যখন সারা মুখ আর শরীরের সামনের দিকটা তেতে আগুন হয়ে যেত, তখন সবে দাঁড়াতে বাধ্য হতাম। সকলের মুখ লাল, চোখ চক্চকে। তারপর সব পাতা পুড়ে হাই

হয়ে যেত, আগুনের হলুকা নেমে যেত, তবু অনেকক্ষণ পর্যন্ত ছাইগুলির মধ্যে লালচে রং দেখা যেত। রাত বাড়লে আমাদেরও ঘরে যেতে হতো। সামনেটা গরম, পিঠটা ঠাণ্ডা, সারা গায়ে পোড়া পাতার মিষ্টি গন্ধ নিয়ে যখন খেতে বসতাম, মনটা যেন কেমন করতো।

আন্তে আন্তে শ্রাসপাতির ডাল একেবারে ছাড়া হয়ে যেত। নীল আকাশের গায়ে হাত-পা মেলে কত দিন গাছগুলি কেমন যেন একটা বেপারিয়া ভাব নিয়ে দাঁড়িয়ে থাকতো। শীত এগুতে থাকতো। শ্রাসপাতি গাছ তাদের এবড়ো-থেবড়ো ছালে ঢাকা গুঁড়ি আর ডালপালা নিয়ে শীতের শেষের জন্মে অপেক্ষা করে থাকতো। ডিসেম্বর কাটতো, জানুয়ারী কাটতো, ফেব্রুয়ারীতে খুব নজর করে দেখলে মনে হতো—খোঁচা খোঁচা ডালপালার খাঁজে খাঁজে আর ডগায় যেন খোঁচার বদলে একটুখানি গোলভাব দেখা যাচ্ছে। ফেব্রুয়ারীর শেষে আর কোন সন্দেহই থাকতো না। ডালপালা আর গাছের গুঁড়িকে কালো দেখাতো, কিন্তু খাঁজের মধ্যে আর ডালের আগায় যেন লালচে আভা। আরো কিছুদিন কাটতো। মার্চের গোড়ায় আমাদের লম্বা শীতের ছুটি ফুরিয়ে যেত। যোজ ঘুম থেকে উঠে একবার করে গাছের তলায় গিয়ে দাঁড়াইতাম। এখন আর চিনতে ভুল হতো না। ছোট ছোট ডালের আগায় গোছা গোছা কুঁড়ি দেখা দিচ্ছে। প্রথমে ইটের মত শক্ত, ছোট ছোট গুটি যেন। কিন্তু ক্রমে যখন চারদিকে বসন্তকাল সাড়া দিত, শুকনো ঘাসে সবুজ দেখা যেত, তার মধ্যে সাদা, গোলাপী ফ্রোকাস ফুল ফুটতো, তখন কুঁড়িগুলিও যেন আগ্রহে অধীর হয়ে উঠতো।

হয়তো মার্চের শেষে কিম্বা এপ্রিলের গোড়ায় হঠাৎ একদিন ঘুম থেকে উঠে দেখতাম, রাতারাতি শ্রাসপাতি গাছের ছাড়া ডাল সাদা ফুলের খোপায় ঢেকে গেছে। তখন ফুল ছাড়া আর কিছু চোখে পড়তো না। সে ফুলের তুলনা হয় না, ভাষায় তার বর্ণনা দেওয়া যায় না, মনের সম্পদ হয়ে থাকে সে। তার মূহু গন্ধ গাছতলায় না গেলে টের পাওয়া যায় না। কয়েক সপ্তাহ ধরে ফুটে ফুটে সব ফুল যখন ঝরে পড়ে যেত, তখনো মন ধারাপ করবার অবকাশ থাকতো না। দেখতাম ক্ষুদে ক্ষুদে গুটির মত ছোট ছোট ফুল। মাথার উপরে অনেক উঠতে। কেউ যদি বা সাহস করে গাছে উঠে টিপে দেখতো, বলতো—উঃ, পাথরের মত শক্ত। আরো সাহস করে যদি কামড়ে দেখতো, বলতো বেজার কথা।

অবশ্য হুঃখ করবার কিছু থাকতো না। কারণ এই সময় আরেকটা জিনিষ লক্ষ্য করতাম। গাছে আরো অনেক কুঁড়ি দেখা দিচ্ছে, ছোট ছোট ডালের খাঁজ থেকে এগুটো লম্বাটে গড়নের থাক থাক দাগকাটা কুঁড়ি। দেখতে দেখতে সেগুলিও খুলে যেত। দেখতাম হাজার হাজার কোমল কচি পাতা। চোখের সামনে পাতাগুলি বড় হয়ে সমস্ত কচি ফুলকে আড়াল করে কেলেতো। তখন গাছটার আরেক রকম বাহার হতো।

কিন্তু অনেক দিন ধরে যেন আর কোন পরিবর্তন চোখে পড়তো না। খুব ভাল করে নজর করলে অবশ্য চোখে পড়তো ক্ষুদ্রে ফলগুলি কেমন বাড়ছে। অনেকগুলি ছোট অবস্থায় খসে গিয়ে গাছতলায় পড়ে থাকতো। গাছের মাথার উপর দিয়ে গ্রীষ্ম কাটতো, বর্ষা কাটতো। আর সে কি প্রবল বর্ষা! কিন্তু পাতার ছাতার নীচে আমাদের ছাসপাতি ফলগুলি নিরাপদেই থাকতো।

তারপর বর্ষাও শেষ হয়ে যেত। গাছ যেন মাথা ঝাড়া দিয়ে আরো সবুজ, আরো সতেজ হয়ে উঠতো। তখন আমরা খেয়াল করতাম গাছের ডালপালাগুলি কত নীচে নেমে এসেছে। তাকেই বলে ফলের ভারে হুইয়ে পড়া। শরৎকালের ফল দেখতে বেশ বড়, লোভনীয়ও বাটে। কিন্তু তাকে বাহুড়েও খেত না, পাখাতেও ঠোকরাতো না। শরতের শেষে ফলে হলুদে রং ধরতো, সুগন্ধে চারদিক ম'-ম' করতো। রাতে বাহুড়েরা মহা ঝগড়াঝাটি করতো, দিনে পাখীরা ঝাঁক বেঁধে আসতো। আমরা তাদের সঙ্গে ভাগাভাগি করে ফল খেতাম। পাখীতে ঠোকরানো, বাহুড়ে আঁচড়ানো ফলগুলিই সবচেয়ে মিষ্টি লাগতো। একটুও ঘেন্না হতো না। জখম হওয়া জায়গাটুকু কেটে ফলে দিতাম।

মাঝে মাঝে রাতে ধুপ্ করে শব্দ হতো। বুঝতাম বড় একটা ফল পেকে পড়ে গেল। সকালে অমনি ছুটাছুটি। পৃথিবীতে এত আনন্দ কম জিনিষেই পাওয়া যায়।

লীলা মজুমদার

জেনে রাখ

শেষ বরফযুগের শুরু হয়েছিল প্রায় 50,000 বছর পূর্বে। এই বরফযুগের উত্তর আমেরিকার প্রায় 27,820,000 বর্গ কিলোমিটার জয়গা ঢেকে কলেছিল। উইসকনসিনও সেই সময় বরফ-



জুগের নীচে চাপা পড়েছিল। আজ সেখানে একটি সংগ্রহশালা স্থাপিত হয়েছে। সেখানে হাজার হাজার বছর পূর্বের সেই হিমযুগের হিমবাহ কতক বাতাবিক কারণেই সৃষ্ট নানাপ্রকার অদ্ভুত প্রদর্শন্যের বসতি আছে।

ছাপা সার্কিট

কাগজের উপর ছাপা অক্ষর তো তোমরা হামেশাই দেখেছ (এখনো তো দেখছো), আর ছাপা কাগজের সার্ট বা ছাপা শাড়ির সঙ্গে তোমাদের অনেকেরই নিশ্চয় ভাল রকম পরিচয় আছে। কিন্তু ছাপা সার্কিটের (Printed circuit) বিষয়টা হয়তো তোমাদের কাছে নতুন। ঐ সার্কিট সম্বন্ধে কিছুটা প্রাথমিক আলোচনা করার জন্যে বর্তমান প্রবন্ধের অবতারণা।

প্রচলিত সার্কিট বনাম ছাপা সার্কিট

আধুনিক যুগে প্রগতির অগ্রতর বাহক যে ইলেকট্রনিক্স, সেই ইলেকট্রনিক্সের বাপক ও মূল্য ব্যবহারে ছাপা সার্কিটের অবদান অনেকখানি। রেডিও, টেলিভিশন, কম্পিউটার প্রভৃতি ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতির ভিতর রোধক (Resistor), আবেশক (Inductor), ধারক (Capacitor), ভল্ট বা ট্রানজিস্টর, পরিবর্তক (Transformer) প্রভৃতি বিভিন্ন উপাদানের মধ্যে সংযোগ স্থাপনের জন্যে ধাতব তারের ব্যবহার বহুকাল ধরে প্রচলিত রয়েছে। এই সব উপাদান এবং সংযোগকারী তার দিয়ে গড়ে ওঠে ইলেকট্রনিক সার্কিট, যার ভিতরের তড়িৎ-প্রবাহ ঈশ্বরিতভাবে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। ঐ সার্কিটে প্রত্যেকটি তারের প্রান্তকে আলাদা আলাদা ভাবে নির্দিষ্ট উপাদানের প্রান্তের সঙ্গে সম্বন্ধে ঝালাই (Solder) করে লাগিয়ে দিতে হয়। যে কোন জটিল সার্কিটে বহুসংখ্যক তার ব্যবহার করতে হয় বলে সেই সার্কিট তৈরি করতে প্রচুর সময় ও পরিশ্রম ব্যয়িত হয় এবং যন্ত্রের মধ্যে ঐ সার্কিটের জন্যে জায়গাও লেগে যায় অনেকখানি। সবচেয়ে অসুবিধা হলো, এই ধরনের সার্কিট স্বয়ংক্রিয় ব্যবস্থায় প্রস্তুত করা সম্ভব নয়। এই সব অসুবিধা দূর করার জন্যে ছাপা সার্কিটের উদ্ভাবন হয়েছে। ঐ সার্কিটে প্লাস্টিক বা সিরামিক জাতীয় অপরিবাহী পদার্থের একখানি বোর্ডের সমতল পৃষ্ঠের উপর প্রয়োজন অনুযায়ী পাতলা ধাতব পাত মুদ্রিত করে সেই সব পাত দিয়ে বৈজ্ঞানিক সংযোগের কাজ করানো হয়; অর্থাৎ পাতগুলি ধাতব তারের কাজ করে। এই পাত এক ইঞ্চির কয়েক শ' ভাগের এক ভাগ মাত্র পুরু হয়। প্রত্যেকটি পাতের প্রান্ত নির্দিষ্ট উপাদান জুড়ে দিয়ে ডোবানো ঝালাই (Dip soldering) প্রক্রিয়ায় সমস্ত ঝালাইয়ের কাজ একসঙ্গে করার ব্যবস্থা থাকে। আবার অনেক ক্ষেত্রে রোধক, আবেশক, ধারক প্রভৃতি কয়েকটি উপাদান পৃথকভাবে সংগ্রহ না করে বোর্ডটির উপর নির্দিষ্ট স্থানে ঐ সব উপাদান তৈরি করা হয় উপযুক্ত কোন পদার্থের পাতলা পাত বা অপরিবাহী বোর্ডের অংশবিশেষকে যথাযথ ভাবে ব্যবহার করে।

ছাপবার অঙ্কে যে সব পদ্ধতি প্রচলিত আছে, বোর্ডের উপর পাতলা পাত তৈরি করবার কাজে তাদের বেশ কয়েকটির সাহায্য নেওয়া হয়। ঐ বোর্ডটি দেখে মনে হয়, পাতগুলি বেন তার উপর গুজিত করা হয়েছে। ছাপবার কাজে যেমন কাগজ



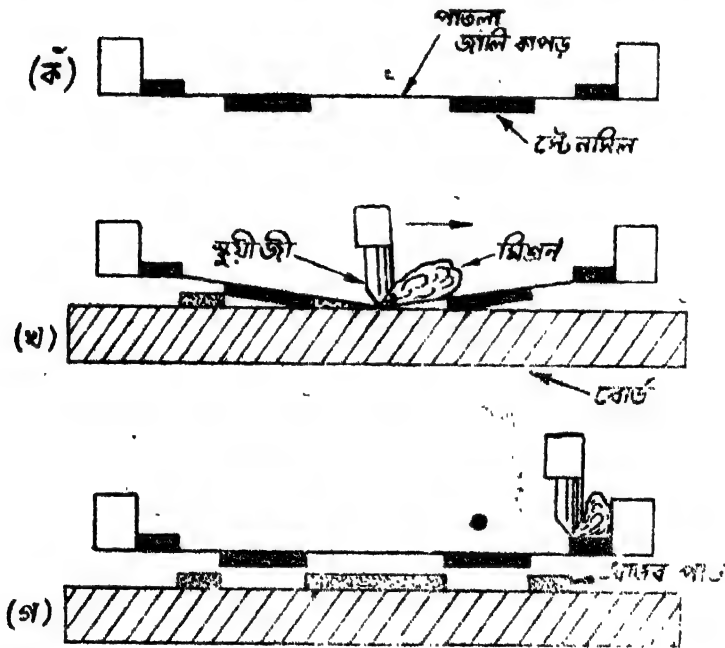
1 নং চিত্র—একটি ট্রানজিস্টর রেডিওর তিতরের ছাপা সার্কিট।
উপরের চিত্রে ছাপা সার্কিটের ধাতব পাতগুলি এবং লাউড-স্পীকার
দেখা যাচ্ছে। নীচের চিত্রে দেখা যাচ্ছে ছাপা সার্কিট বোর্ডের
অপর পৃষ্ঠের সঙ্গে সংযুক্ত বিভিন্ন ইলেকট্রনিক উপাদান।

বা কাপড়ের উপর ছবছ একই নক্সা অনেকগুলি আঁকা যেতে পারে, এক্ষেত্রেও তেমনি বোর্ডের উপর পাতলা পাতের একেবারে একই ধাঁচে অনেকগুলি তৈরি করা সম্ভব হয়। এই সব কারণে পাতলা পাত সমেত বোর্ডকে ছাপা বোর্ড বলা যেতে পারে এবং ঐ

বোর্ড ব্যবহার করে যে ইলেকট্রনিক সার্কিট তৈরি হয়, তাকে বলা যেতে পারে ছাপা সার্কিট। তবে সাধারণত: ছাপা বোর্ডকেই ছাপা সার্কিট নামে অভিহিত করা হয়। ১ নং চিত্রে একটি ছাপা সার্কিটের নমুনা দেখানো হয়েছে।

ইতিবৃত্ত

ছাপা সার্কিট সম্পর্কে ধারণা খুব নতুন কিছু নয়। ১৯০৩ সালে বৃটেনে এই বিষয়ে একটি পেটেন্ট গৃহীত হয়। তারপর মাঝে মাঝে এ নিয়ে বেশ কিছুটা গবেষণা হয়েছে। তবে ছাপা সার্কিটের সর্বপ্রথম উল্লেখযোগ্য ব্যবহার ঘটে দ্বিতীয় মহাযুদ্ধের সময় মর্টারের



২ নং চিত্র—ছাপা সার্কিট গঠনের প্রথম পদ্ধতির বিভিন্ন পর্যায়।

গোলা বিস্ফোরণের ব্যাপারে। এই সময় আমেরিকায় নৈকটা কিউজ (Proximity fuse) নামে এমন একটি ইলেকট্রনিক যন্ত্রের বিবরণ প্রস্তুত করা হলো, যা মর্টারের গোলায় অগ্রভাগে বসিয়ে দিলে লক্ষ্যবস্তু থেকে একটি নির্দিষ্ট দূরত্বে গোলাটি আপনা থেকেই বিস্ফোরিত হবে—এর আগে পর্যন্ত মর্টারের গোলা লক্ষ্যবস্তুতে গিয়ে আঘাত করলে তবে তা বিস্ফোরিত হতো। কিন্তু নৈকটা কিউজ তৈরি করার সমস্যা হলো—মর্টারের গোলায় অগ্রভাগের সংসামান্য স্থানে এটিকে ধরতে হবে, একে বসেই মজবুত হতে হবে, যাতে মর্টারের গোলা ছোঁড়বার ধাক্কা সে সামলাতে পারে এবং এই কিউজ তৈরি করার পদ্ধতি এমন হতে হবে যে, বহুল ব্যবহারের ক্ষেত্রে একই ধাঁচের যথেষ্ট সংখ্যক কিউজ যাতে আর

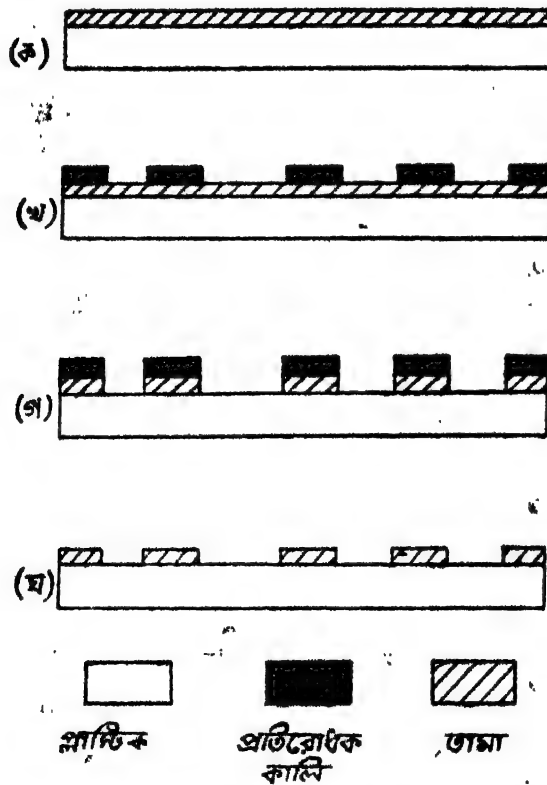
সময়ের মধ্যে উৎপাদন করা সম্ভব হয়। এই সব সমস্যার সম্ভাবজনক সমাধান করা হয় নৈকটা কিউজে ছাপা সার্কিট ব্যবহার করে।

দ্বিতীয় মহাযুদ্ধের পরবর্তী কালে ছাপা সার্কিটের বহুল প্রচলন হয়েছে। আমাদের দেশেও এই সার্কিট তৈরি হচ্ছে এবং ইলেকট্রনিক যন্ত্রাদিতে এর ব্যবহার ক্রমশঃ বেড়ে চলেছে।

গঠন পদ্ধতি

ছাপা সার্কিট তৈরির জন্যে অপরিবাহী পদার্থের বোর্ডের উপর ধাতব পাত বসানোর যে তিনটি মূল পদ্ধতি আছে, সেগুলি এখন সংক্ষেপে বর্ণনা করছি।

প্রথম পদ্ধতিতে (2নং চিত্র) একটি পাতলা জালি কাপড়ের সঙ্গে ঈপ্সিত সার্কিটের নক্সা অঙ্কন করা তৈরি স্টেন্সিল জোড়া থাকে এবং কাপড়টি টান করে বাঁধা থাকে একটি

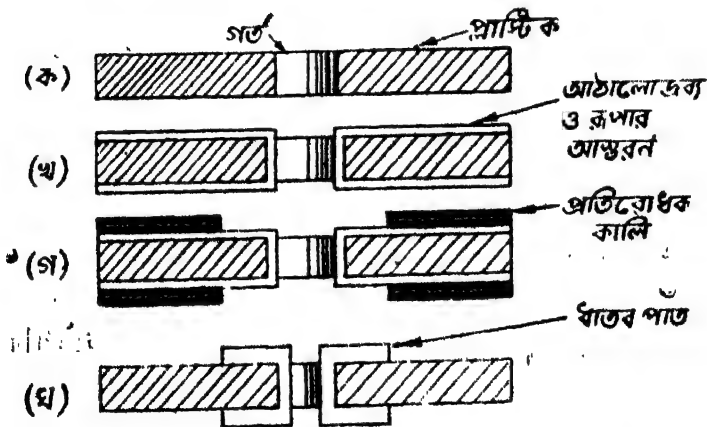


3 নং চিত্র—ছাপা সার্কিট গঠনের দ্বিতীয় পদ্ধতির বিভিন্ন পর্যায়।

কাঠামোর সঙ্গে। উপযুক্ত কোন ধাতব পদার্থকে গুঁড়া করে ধূনা-সদৃশ এক ধরনের জ্বরের সঙ্গে মেশানো হয় ও সেই মিশ্রণকে দুইজী নামক তরল রবার দেওয়া পেপারের সাহায্যে স্টেন্সিলের কাঁকা স্থানগুলির মধ্য দিয়ে অপরিবাহী বোর্ডের তলদেশের উপর লাগিয়ে দেওয়া

হয়। ফলে অপরিবাহী তলদেশের উপর যে ধাতব পাতগুলি গড়ে ওঠে, সেগুলির বিচ্ছিন্ন হয় ইন্সুলেটেড সার্কিটের নক্সা অনুযায়ী। নৈকট্য ফিউজের প্রস্তুতিতে এই পদ্ধতিটির সর্বপ্রথম প্রয়োগ হয়েছিল। স্ট্রিয়েটাইট নামক সিরামিক পদার্থের বোর্ডের সমতল পৃষ্ঠের উপর রূপার পাত দিয়ে ঐ সার্কিট তৈরি করা হয়েছিল এবং সেই সার্কিটের রোধক ও ধারকগুলিও ছিল মুদ্রিত।

দ্বিতীয় পদ্ধতিতে (৩ নং চিত্র) অপরিবাহী পদার্থের বোর্ডের একটি সম্পূর্ণ তলদেশের উপর ধাতব পদার্থের সূক্ষ্ম আস্তরণ দেওয়া হয়। ছাপবার জন্তে যে সব সুপরিচিত প্রক্রিয়া আছে, সেগুলির সাহায্যে একটি বিশেষ ধরনের প্রতিরোধক কালি (Ink resist) ইন্সুলেটেড নক্সা অনুযায়ী ধাতব আস্তরণের উপর মুদ্রিত করা হয়। অতঃপর রাসায়নিক পদার্থ দিয়ে তলদেশটি চাঁচা হলে ঐ কালির প্রতিরোধ ক্ষমতার ফলে তার নীচের ধাতব আস্তরণ অপরিবর্তিত থাকে, কিন্তু বাকী অংশের আস্তরণ উঠে যায়। এর পর কালিটুকু তুলে ফেললে ছাপা সার্কিট তৈরির কাজ সম্পূর্ণ হয়। বর্তমানে এই পদ্ধতিটিকেই সবচেয়ে ব্যাপক ব্যবহার হচ্ছে। ১৯৪১ সালে ডক্টর পল আইজ্‌লার পদ্ধতিটির প্রবর্তন করেছিলেন।



৪ নং চিত্র—ছাপা সার্কিট গঠনের তৃতীয় পদ্ধতির বিভিন্ন পর্যায়।

তৃতীয় পদ্ধতিতে (৪ নং চিত্র) তড়িৎপ্রবাহের সাহায্য নেওয়া হয়। এই পদ্ধতির বৈশিষ্ট্য হলো, বোর্ডের দু-পিঠের মধ্যে প্রয়োজনীয় বৈদ্যুতিক সংযোগ করবার জন্তে যে সব গর্ত করা হয়, তলদেশের উপর ধাতব পাত লাগাবার সঙ্গে সঙ্গে ঐ গর্তগুলির ভিতরও পাত দিয়ে মোড়া হয়ে যায় এবং বোর্ডের দু-পিঠেই সাধারণতঃ ধাতব পাত বসানো হয়ে থাকে। এই পদ্ধতিতে প্রথমে অপরিবাহী বোর্ডের উপর একটি আঠালো ত্বকের আস্তরণ দিয়ে তার উপর স্ট্রে করে রূপার অতি সূক্ষ্ম (এক ইঞ্চির কয়েক লক্ষ ভাগের এক ভাগ) আস্তরণ দেওয়া হয়, যাতে তড়িৎপ্রবাহের সময় ঐ রূপার মাধ্যমে তড়িৎ-প্রবাহ সঞ্চালিত

হতে পারে। অতঃপর স্প্লিন্ড সার্কিটের ধাতব পাতগুলির নক্সার বিপরীতভাবে প্রতিরোধক কালি রূপার আবরণের উপর মুদ্রিত করা হয়, অর্থাৎ যেখানে যেখানে ধাতব পাত থাকবে, সেখানে কালি মুদ্রিত হয় না। এইবার তামা প্রলেপনের উপযোগী কোন দ্রবণে বোর্ডটিকে ডুবিয়ে ঐ বোর্ডকে ক্যাথোডের সঙ্গে সংযুক্ত করা হয়। গর্তগুলির অভ্যন্তরভাগ সমেত যে সব অংশে প্রতিরোধক কালি নেই, সেই অংশগুলিতে তড়িৎ-প্রবাহের ফলে তামা সঞ্চিত হয়ে ধাতব পাতের সৃষ্টি করে। এই পদ্ধতির শেষ পর্যায়ে রাসায়নিক পদার্থের সাহায্যে বা যান্ত্রিক উপায়ে কালি ও রূপার আবরণ তুলে ফেলা হয়।

ছাপা সার্কিট তৈরির পর তাতে রোধক, ধারক প্রভৃতি উপাদান সংযোগের জন্তে ডোবানো ঝালাইয়ের কথা আগেই বলেছি। এই ডোবানো ঝালাই ব্যাপারটা কি? এক্ষেত্রে প্রত্যেকটি সংযোগস্থলে আসাদা আলাদাভাবে ঝালাই করতে হয় না, উপাদান-গুলিকে বোর্ডের উপর যথাস্থানে বসিয়ে এবং বোর্ডটিতে প্রয়োজনীয় ফ্লাক্স লাগিয়ে সেটিকে গলিত ও উত্তপ্ত ঝালের (60 ভাগ টিন ও 40 ভাগ সীসা) মধ্যে নির্দিষ্ট সময় ডুবিয়ে রাখলে সব ঝালাইয়ের কাজই একসঙ্গে হয়ে যায়। পরে কোন উপযুক্ত দ্রবণের সাহায্যে বা অল্প কোন ভাবে অতিরিক্ত ফ্লাক্স সরিয়ে ফেললে উপাদান সমেত ছাপা সার্কিট তৈরির কাজ শেষ হয়।

উপসংহার

ছাপা সার্কিটের মাধ্যমে ইলেকট্রনিক্সে যে ক্ষুদ্রীকরণ ও স্বয়ংক্রিয়তার সূত্রপাত হয়, নানা ভাবে তা অনেকখানি এগিয়ে গেছে। এই প্রসঙ্গে সলিড স্টেট ইন্টিগ্রেটেড সার্কিটের উল্লেখ করা যেতে পারে। সিলিকন বা জার্মেনিয়াম নামক আধা-পরিবাহী পদার্থের একটি কেলোস ব্যবহার করে কয়েকটি প্রক্রিয়ায় তার বিভিন্ন অংশের ধর্মকে এমন ভাবে নিয়ন্ত্রিত করা হয় যে, ঐ একটি কেলোসই ট্রানজিস্টর, রোধক, ধারক প্রভৃতি উপাদান ও সেগুলির সংযোগকারী ব্যবস্থা সমেত একটি সম্পূর্ণ সার্কিটের কাজ করতে পারে। সলিড স্টেট সার্কিট এত ক্ষুদ্র যে, এক ঘন ইঞ্চিতে যেখানে সাধারণ ট্রানজিস্টর সার্কিটের প্রায় 20টি উপাদান ধরে পারে, সেখানে ঐ সার্কিটের উপাদান ধরে প্রায় 20,000। সলিড স্টেট সার্কিট ইলেকট্রনিক্সের ক্ষেত্রে একটি যুগান্তর সূচিত করছে বললে বোধহয় অস্বাভাবিক হয় না।

অরুণ বসু*

হিম-কপোতের খোঁজে

দূরদেশের এক পাখীওয়ালা একবার আমাকে বলেছিল, হিমালয়ের চূড়া যেখানে মেঘ ফুঁড়ে উঠেছে, তার বরফ জড়ানো গা থেকে সে হিম-কপোতকে উড়ে আকাশে মিলিয়ে বেতে দেখেছে। সে পাখী কেউ জ্যান্ত ধরতে পারে না।

পাখীওয়ালার কথা রূপকথা বলেই ভাবতাম, যদি বড় হবার সঙ্গে সঙ্গে পাখা দেখবার ব্যতিক্রম আমাকে না পেয়ে বসতো। দেশ-বিদেশের পাখীর বইয়ের পাতা ওলটাতে ওলটাতে একদিন হিম-কপোত (Snow pigeon) নামটি চোখে পড়লো। বইতে পাখীটির ছবি ছিল না। শুধু লেখা ছিল—পাখীটির পালকের সবটাই প্রায় সাদা, হিমালয়ের তুষার অঞ্চলে তার বাস। এতটুকু বিবরণে আমি খুসী হতে পারি নি। হিমালয়ের আকর্ষণ আমার ছোটবেলা থেকেই। পাখীটির জন্তে সে আকর্ষণ আরো বেড়ে গেল।

হিমালয়ে বরফ-সীমার নুরু সাধাবণতঃ চৌদ্দ হাজার ফুট থেকে, সে খবর নিয়ে নিলাম। আর বরফের কাছাকাছি সহজে পৌঁছবার উপায়—তীর্থযাত্রীদের পথ ধরে



হিম-কপোত

হিমালয়ের তীর্থের বে কোনটাতে পৌঁছে যাওয়া। বরফ যখন তীর্থের কাছাকাছি, হিম-কপোতের দেখা সেখানে পেলেও পেতে পাবি। হ্রদীকেশ থেকে গজার ধার ধরে আমাদের বাস চললো ঘন বনের ভিতর দিয়ে। তখন প্রাণের শেষাশেষি, 'তের-ল' পচান্ডর সাল।

হিমালয়ে উঠতে গেলে সুরুতে এমন বনের দেখা মিলবে সবখানে। তরাই বনের নাম শুনেছ সবাই। শাল, শিশু, শিরীষ, কাঞ্চন গাছগুলি দেখেই চিনলাম। উচু গাছগুলির তলায় বেত আর ল্যাপটানার ঝোপ, মাঝে মাঝে ছ-একটি খেজুর গাছ মাথা তুলে আছে। এমনটি চললো হাজার তিনেক ফুট পর্যন্ত।

কিছু পথ উঠতেই ঠাণ্ডা হাওয়ার ঝাপটা এসে কাঁপিয়ে দিল বাসন্তী সবাইকে। বাইরের হাওয়ার সঙ্গে পাল্লা দিয়ে গাছের চেহারা পাল্টে গেছে বিলকুল। মাটি আর হাওয়ার গুণে গাছের প্রকৃতি ঠিক হয় জানি, কিন্তু এত তাড়াতাড়ি চোখের সামনে এমন পরিবর্তন দেখবো ভাবি নি। সারি সারি চির গাছ (Pine), পথের পাশে শাল-শিশু জায়গা দখল করে নিয়েছে। হিমালয়ের নিম্ন বা গ্রীষ্মবলয় ছেড়ে যে নাতিশীতোষ্ণ মণ্ডলে উঠে এসেছি, বুঝতে পারলাম। সরলবর্গের গাছ ছাড়াও চওড়া পাতার গাছ দেখছি, তবে উচু থেকে উঁচুতে ওঠবার সঙ্গে সঙ্গে গাছের গড়ন-ধরণ যেন বদলে গেল। টেহরী শহরে এসে দেখি পাহাড়ের গড়নও যেন একটু বদলেছে। হিমালয়ের প্রথম সারি, যাকে ভূতাত্ত্বিকেরা শিবালিক শ্রেণী নাম দিয়েছেন, সেটা পেরিয়ে এবার মধ্য সারির ভিতর দিয়ে চলেছি—টেহরীর পর কিছু পথ আড়া পাহাড়ের গা বেয়ে। পাহাড়গুলির চূড়া অবধি কোথাও গাছ বলতে কিছু নেই। আর তাতেই আগাগোড়া পাহাড়গুলির খাঁজ, ফাঁটল স্পষ্ট হয়ে উঠেছে। পাহাড়ের উচ্চতা অবশ্য এমন নয়, যেখানে গাছের সীমানা শেষ হয়ে যেতে পারে। টেহরীতে গাছপালা, চাষ-আবাদ দেখলাম। কিন্তু তারপরেই এই পথটুকুর দু-পাশের পাহাড়গুলি শুধু ঘাসে ঢাকা রয়েছে কেন—বাসে বসে অনেক ভেবেও তার কারণ খুঁজে পেলাম না। আসলে হয়তো বড় গাছের শিকড় ধরে রাখবার মত মাটি ছিল না পাথরের উপর, আর নয় তো মাটির গুণই এমন, যাতে ঘাস ছাড়া আর কিছু হয় নি। সব কিছু খুঁটিয়ে দেখবার সুযোগ পাই নি। একটা পাহাড়ের বাঁক ঘুরতেই আবার গাছের দেখা পেলাম। এবার চওড়া পাতার শাল গাছের মাঝে মাঝে চির-ঝাঁউ মিশে গেছে। এই বনের শেষে ধরাসু গ্রাম। বাস দাঁড়ালো। জড়তা কাটাতে নেমে এলাম পথে।

খুব কাছ থেকে ভাগিরথীকে এবার দেখতে পেলাম। সাদা ঘোলা জলের স্রোত বয়ে চলেছে। নদীর জলের রং এমন 'সাদা' কি করে হলো বুঝতে পারলাম না। পাশেই ঝর্ণার জল কিন্তু পরিষ্কার। ঝর্ণার জল যেখানে ফেনা হয়ে নদীর বুকে পড়ছে, তার কাছেই একটি হলুদে খঞ্জন (Yellow wagtail) লেজ নাচিয়ে ঘুরে বেড়াচ্ছে। টেলিগ্রাফের তারের উপর বসে ছিল যে পাখীটা, রূপ করে জলে পড়েই আবার উঠে এলো। তাকে চিনলাম—ফটকা মাছরাঙা (Pied kingfisher)। মনে মনে খুসী হলাম—হিমালয়ের পাখীর দেখা পাচ্ছি বলে।

ধরানু থেকে চড়াই বেয়ে বাস ছুটলো উত্তরকালীর দিকে। যে পথ ধরে এসছি, ভেবেছিলাম সামনের পথও তেমনি, কিন্তু তা নয়। পাহাড়ের গায়ে ঝোপ-ঝাড় কমে এসেছে। পাহাড়ের গায়ে ঝাঁজ এক পাহাড় থেকে অল্প পাহাড়ে হামেশাই পাণ্টে যাচ্ছে—এমন কি, চূড়াও। তীরের ফলার মত—তাবুর মত চূড়া দেখলাম, দেখলাম টেবিলের মত চ্যাপ্টা চূড়া। পাহাড়ের গায়ে রঙেরও কত রকমফের! লালচে, নীল, সাদাটে, কালো কত রঙের পাহাড়। কেন এমন হয়? গাছপালার জন্তে—না, পাথরের রঙের পাহাড়ে হেরফের হয় বলে? পাহাড়ের রূপ নিয়ে এমন ভাবনায় পড়েছিলাম যে, বাস কখন বনের পথে ঢুকে পড়েছে, খেয়াল করি নি। সূর্যাস্তের আগেই পৌঁছে গেলাম উত্তরকালী।

গঙ্গোত্রী-গোমুখ যাবার অনুমতি নেবার জন্তে থাকতে হলো সেদিন সেখানে। সন্ধ্যায় হোটেলের বারান্দায় বসে চোখ বুজে অলস সময় কাটাচ্ছিলাম। সামনেই ছোট্ট সবুজী বাগান। বুলবুলির ডাক শুনে কানখাড়া করে চোখ মেললাম। দেখি সাদা গাল দুটি বুলবুল চ্যাড়স গাছে বসে ডাকাডাকি শুরু করেছে। এই জাতের বুলবুল সমতলে দেখি নি আগে। ভাল করে দেখবো বলে একটু নড়তেই উড়ে গেল।

উত্তরকালীর পর ঝালা অবধি পথের দু-পাশের পাহাড় দেখি শক্ত কালুচে পাথরের। এমনটি তার আগের পথে দেখি নি। নদী এই পাথরের বুক কেটে গভীর খাত বানাতে পারে নি। ঝালার কাছেই সুখা পাহাড়—নরম মাটি আর পাথরের টুকরা অনবরত বুরবুর করে ঝরে পড়ছে। ভাগীরথী বিশাল চওড়া হয়েছে পাড় ভেঙ্গে ভেঙ্গে। ঝালা থেকে পা বাড়লাম চির-দেওদার বনের ভিতর দিয়ে।

হিমালয়ের পথ চলতে গাছপালা ও পশুপাখী দেখে উচ্চতার আন্দাজ করা যেতে পারে। দেওদার আর চির গাছের সুন্দর গন্ধ পাচ্ছি। দেওদারের এমন ঘন বন হয় হাজার ফুটের নীচে দেখি নি। আর দেখি নি থিরথিরা পাখীটিকে (Whiteheaded Red Start)। একটি সাদা-মাথা থিরথিরা পাখী ঝারের ধারে পাথরের পর পাথরে ঘুরে ঘুরে খাবার খুঁজে বেড়াচ্ছে।

পেরিয়ে গেলাম হরসিল, ধরালী গ্রাম। পেরুলাম জংলা চটি। তারপর দিনের শেষে প্রায় হায়া দিয়ে উঠে এলাম ভৈরবঘাটি। হয় হাজার থেকে ন' হাজার ফুট। নদীর ক্ষয়ের জন্তে হরসিল ও ধরালী বরাবর বিরাট এক উপত্যকা গড়ে উঠেছে। জংলা চটির কাছে ভাগীরথী সরু নালার মত পথে বেরিয়েছে। ছোট পুলের উপর দিয়ে পার হলাম। তারপর বৃকভাঙ্গী চড়াই উৎরে ভৈরবঘাটি। দেওদার ঘেরা। বাতালে তেমন ঠাণ্ডা ভাব নেই। জলে যেন একটু গন্ধকের গন্ধ। আমার চোখে হিমালয়ের ধরণ-ধারণটাই

কেমন যেন অচেনা ঠেকছে। যত উচুতে উঠছি, সবকিছুই যেন নীচের থেকে বদলে যাচ্ছে। সামনে আরও নতুন কত কি যে দেখবো! উঠে দাঁড়ালাম। গঙ্গোত্রী আর মাত্র সাত মাইল।

এই সাত মাইল পথ যেন হাওয়ার ভেসে চ'ল এলাম। প্রায় সবটা পথই চির আর দেওদার বনের ভিতর দিয়ে চ'ল গেছে। মাঝে মাঝে কয়েকটি ভূর্জ (Birch) আর মন্দার বা রডোডেনড্রনগাছ। ভূর্জ গাছ জীবনে এই প্রথম দেখলাম। পরতে পরতে বাদামী বাকল জড়ানো, কিন্তু উপরের বাকল সাদা ও মসৃণ। পাতা চওড়া। চওড়া পাতার আর কোন গাছ নজরে পড়লো না। ঝরে-পড়া শুকনো চির-দেওদারের পাতার উপর দিয়ে হাঁটবার সময় মনে হলো, সারা পথ যেন কার্পেট বিছানো। গঙ্গোত্রী পৌঁছে এক আশ্রমিকের কুটারে গরম কব্বলের নীচে শুয়ে আরামে ঘুমিয়ে পড়লাম।

পরদিন সকালেই এক আশ্রমিককে হিম-কপোতের কথা জিজ্ঞেস করলাম। ইনি হিমালয়ের প্রাণী ও উদ্ভিদের একজন সার্থক পর্যবেক্ষক। বললেন, গঙ্গোত্রী থেকে আরও উচুতে প্রায় এগারো হাজার ফুটেরও উপরে, যেখানে মেঘপালকেরা ভেড়া চরায়। সেখানে কোন কোন সময় তিনি হিম-কপোতের ঝাঁক দেখেছেন। ধৈর্য ধরলে আমিও দেখতে পাব। পথ দেখাবার সঙ্গী ঠিক করে দিলেন বিখ্যাত পাহাড়-চত্বর দলীপ সিংজীকে।

নিঠের ঝোলায় দিনের খাবার আর কাঁধে দূরবীন ঝুলিয়ে গোমুখের পথে রওনা হলাম। যত এগুলাম গাছপালা কমে এলো। মাইলের পর মাইল নেড়া বালু বালু পাহাড় শুধু ঘাস গায়ে জড়িয়ে দাঁড়িয়ে আছে। পাহাড়গুলির রং সাদাটে, মনে হয় যেন চুন মেশানো। হয়তো জুরাসিক যুগ থেকেই এখানে এমনি দাঁড়িয়ে রয়েছে। ভূর্জবাসার যখন পৌঁছুলাম তখন পড়ন্ত বিকেল। চারদিক নিরুৎসাহ। দূর থেকে এক মেঘপালকের শিশু শুনতে পেলাম। তারপরেই কুকুরের ডাক। সেদিকে দূরবীন ফেরাতেই এক ঝাঁক পায়রা দেখতে পেলাম। গলা ও মাথা কালো। পালকের রং নীলাভ সাদা। ওড়বার ভঙ্গী পায়রার মত। বরফের চূড়া পেরিয়ে কোথায় যেন মিলিয়ে গেল।

সেই রাত ভূর্জবাসায়। ডুমো ডুমো পাথরের চাঁই ডিগ্লিয়ে মাইল ছুই হেঁটে পরদিন এক বিরাট বরফের চাঁইয়ের উপর দাঁড়িয়ে গোমুখ দেখলাম। বরফের বিরাট এক গুহা থেকে রাশি রাশি জল বর্ষার শব্দে বেরিয়ে আসছে। আশেপাশের ছাই রঙের মাটি মিশে মিশে জল ঝোলাটে সাদা হয়ে গেছে। দলীপ সিং বললেন, গঙ্গোত্রী হিমবাহ আরও উপরে। এই জল আসছে রক্তবরণ, চতুরঙ্গী, গঙ্গোত্রী, কীর্তিধামক প্রভৃতি হিমবাহ থেকে। তিনি আমাকে স্বদর্শন, শিবলিঙ্গ, কেদারনাথ শৃঙ্গগুলি চিনিয়ে দিলেন। তারপর স্বরের দিকে রওনা হলাম। আমার চোখ খুঁজে বেড়াচ্ছিল একটি সাদা পাখী—হিম-কপোত।

ভূর্জবাসার কুটির থেকে পথ একটু উচুতে। কয়েকটি বেঁটে বেঁটে দেওয়ার কিছা চিরগাছ একটি সাদা পাথরের পাশেই উঠেছে, বার উপর ভর দিয়ে আমাকে পথে উঠতে হবে। হাত বাড়াবো কি, পাথরের গায়ে মিশে আছে ধবধবে সাদা পায়রা একটি। লেজের প্রান্তটুকু কালো। এমন করে ডানা গুটিয়ে বসে আছে যে, তার কালচে পিঠি গাছের ছায়া আর পাথরের রং তাকে প্রায় অদৃশ্য করে রেখেছে। আমাকে দেখবামাত্র ধবধবে সাদা ডানা মেলে সেটা উড়ে গেল। সেদিন ছিল রবিবার, পাঁচই আশ্বিন, তেরো-শ' পচাত্তর সাল।

জীবন সর্দার

জেনে রাখ

ক। এক সময়ে বঙ্গপাত সম্বন্ধে অনেক রকমের কুসংস্কার প্রচলিত ছিল। অনেকেই বিশ্বাস করতো, দানা-দৈত্য ও অন্তত শক্তির প্রভাবে বঙ্গপাত ঘটে থাকে। যুক্তরাষ্ট্রের রাজনীতিক-বিজ্ঞানী বেঞ্জামিন ফ্রাঙ্কলিনই আকাশে ঘুড়ি উড়িয়ে প্রমাণ করেন যে, বঙ্গপাত বিদ্যুৎশক্তিরই এক প্রকার অভিব্যক্তি যাত্র। বঙ্গপাতের প্রকৃত কারণ ও তার প্রকৃতি সম্বন্ধে সব কিছু জানা যায় নি। যুক্তরাষ্ট্রের বনবিভাগের কর্তৃপক্ষ যান্ত্রিক উপায়ে ঝড়-ঝঞ্ঝার সময় নির্দোষ ও অগ্নিপ্রজ্বালক বঙ্গপাতের পার্থক্য নির্ণয়ের চেষ্টা করছেন।



ক

খ

গ

খ। এই বিষয়ে সাফল্যলাভ করা সম্ভব হলে সর্বাধিক বিপজ্জনক এলাকার সতর্কতামূলক ব্যবস্থা করা সম্ভব হতে পারে। অপরাহ্নের পরেই সাধারণতঃ বিপজ্জনক বঙ্গপাত ঘটে থাকে। তখন যে দাবানল প্রভৃতি গুরুতর অবস্থার সূত্রপাত হয়, তা অনেক ক্ষেত্রেই প্রথমে জানা যায় না। পরের দিন যখন আশুন বিপজ্জনক অবস্থার উপনীত হয়, তখন প্রতিকারের উপায় থাকে না। এখন ইনফ্রারেড স্ক্যানিং-এর সাহায্যে সাযান্ততম আশুনের উদ্ভাপণ সহজেই জানা যেতে পারে। বনবিভাগের কর্তৃপক্ষ এখন ইনফ্রারেড সরঞ্জামদহ এরোগ্রেনের সাহায্যে বঙ্গপাতের কলে ভীষণ অগ্নিকাণ্ড ঘটবার অনেক পূর্বেই তা জানতে পারে।

গ। এইসব পর্যালোচনার কলে বোঝা যায়—পজিটিভ এবং নেগেটিভ বিদ্যুৎআধান শুল্কস্থানের মধ্য দিয়ে লাকিয়ে বাবার মতন শক্তিশালী না হওয়া পর্বত সঞ্চিত হতে থাকে। বজ্রাগ্নি দৈর্ঘ্যে অনেক মাইল পর্বত হতে পারে, কিন্তু পাশের দিকে এক ইঞ্চি থেকে ছয় ইঞ্চির বেশী হয় না। এই বঙ্গপাত এক মেঘ থেকে অস্ত্র মেঘে এবং মেঘ থেকে পৃথিবীতে অথবা পৃথিবী থেকে মেঘেও যেতে পারে। বঙ্গপতনের গতিবেগ সেকেন্ডে 55 মাইলের মতন।

পারদর্শিতার পরীক্ষা

বিভিন্ন ধরনের বুদ্ধির সমস্তার সমাধানে তোমরা কে কেমন পারদর্শী, তা বোঝবার জন্তে নীচে 5টি প্রশ্ন দেওয়া হলো। প্রতিটি প্রশ্নের জন্তে নম্বর হচ্ছে 20। কোন প্রশ্নের মধ্যে ভাগ থাকলে প্রতিটি ভাগেই সমান নম্বর। উত্তর দেবার জন্তে মোট সময় 10 মিনিট। তোমরা যে যেমন নম্বর পাবে, সেই অনুযায়ী পারদর্শিতার পরিমাপ এইভাবে করা যেতে পারে :—

নম্বর	পারদর্শিতা
80—100	খুব বেশী
60—79	বেশী
40—59	চলনসই
20—39	কম
0—19	খুব কম

প্রশ্ন 1—মনে করো, তোমার এক বন্ধুকে বলা গেল, তার পকেটে যত পয়সা আছে, তাকে 2 দিয়ে গুণ করে তার সঙ্গে 5 যোগ করতে এবং সেই যোগফলকে আবার 50 দিয়ে গুণ করতে। তারপর তার বয়স যত বছর, সেই সংখ্যাকে যোগ করতে বলা হলো ঐ গুণফলের সঙ্গে। এবার যে সংখ্যা পাওয়া গেল, তা থেকে বিয়োগ করতে বলা হলো 1971 সালের মোট দিনের সংখ্যা। বন্ধু জানালো, ফল দাঁড়াচ্ছে 2100। বলা তো তোমার ঐ বন্ধুর পকেটে কত পয়সা ছিল এবং তার বয়সই বা কত ?

প্রশ্ন 2—24 জন সৈন্যকে কি ভাবে 6টা সারিতে দাঁড় করানো যেতে পারে, যাতে প্রতিটি সারিতে সৈন্য থাকবে 5 জন করে ?

প্রশ্ন 3—(ক) ধরা যাক, a ও b দুটি ধনাত্মক সংখ্যা এবং $a > b$ । এখন, একজন লিখলো

$$ab > b^2$$

$$\therefore (ab - a^2) > (b^2 - a^2)$$

$$\text{অর্থাৎ } a(b - a) > (b + a)(b - a)$$

$$\text{সুতরাং } a > (b + a)$$

কিন্তু তা তো হতে পারে না। উপরের ধাপগুলির মধ্যে কোথায় ভুল হচ্ছে, বলতে পারো ?

(খ) আমরা জানি

$$\frac{1}{4} \text{ টাকা} = 25 \text{ পয়সা}$$

হৃদকেরই বর্গমূল নিয়ে যদি আমরা লিখি

$$\frac{1}{4} \text{ টাকা} = 5 \text{ পয়সা},$$

তাহলে সেটা তো আর ঠিক হতে পারে না! বলতে পারো, ভুলটা কোথায় হচ্ছে?

প্রশ্ন 4—50 পয়সা, 25 পয়সা ও 5 পয়সার মোট 20টি মুদ্রায় যদি কাউকে 4 টাকা দিতে হয়, তাহলে তাকে কোন্ মুদ্রা ক’টি দিতে হবে?

প্রশ্ন 5—নীচের অঙ্কগুলি কি ভাবে ব্যবহার করলে প্রতি ক্ষেত্রেই 100 পাওয়া যাবে?

(ক) 5টি 1

(খ) 5টি 3

(গ) 5টি 5

(উত্তরের জন্তে 627 নং পৃষ্ঠা জ্ঞেয়া)

ব্রাহ্মানন্দ দাশগুপ্ত ও জয়সুত বসু*

* সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার বিজ্ঞান, কলিকাতা-9

জানবার কথা

খাত্তের সন্ধানে হাতী বধন দলবদ্ধভাবে বনে বিচরণ করে, তখন তারা ভীষণ শব্দ করে সারা বন তোলপাড় করে তোলে। কিন্তু এই সময়ে তারা যদি কোন বিপদের সম্ভাবনা দেখে—তখন তারা আত্মরক্ষার জন্তে নিঃশব্দে প্রস্থান করে—সামান্য একটু পাতার শব্দও শোনা যায় না।

সোনা

আদিম প্রস্তর যুগ থেকে শুরু করে আজকের নিউক্লিয়ার যুগ পর্যন্ত সোনাই একমাত্র ধাতু—যা মানুষকে সবচেয়ে বেশী আকৃষ্ট করতে সক্ষম হয়েছে। সোনার সন্ধানে মানুষ ঘর ছেড়ে ছুঁইয়ে পথে পাড়ি দিয়েছে—এমন কি, অমানুষিক কষ্ট স্বীকার করতেও ইতস্ততঃ করে নি।

সোনা শুধু ধাতুর মধ্যে শ্রেষ্ঠ নয়—ব্যবহারের দিক দিয়েও খুবই প্রাচীন—যদিও স্বর্ণযুগের সঠিক হিসাব এখনো ঐতিহাসিকেরা নির্ধারণ করতে পারেন নি।

তোমরা শুনে আশ্চর্য হবে যে, পীরেনীজ পর্বতের একটি গুহার মধ্যে পাথরের নীচে চাপা পড়া অবস্থায় নয়া প্রস্তর যুগের পাথরের হাতিয়ারের সঙ্গে পাওয়া গেছে প্রচুর সোনা এবং সেই সঙ্গে আবিষ্কৃত হয়েছে একটি সোনার হার—যা একটি যুবতী মেয়ের কঙ্কালের গলায় পরানো ছিল। এ থেকে এটাই প্রমাণিত হয় যে—সেই সুদূর নয়া প্রস্তর যুগ—যে যুগ আরম্ভ হয়েছিল আজ থেকে প্রায় বারো-চৌদ্দ হাজার বছর আগে—তখনো মানুষ সোনা সংগ্রহ করার কৌশল জানতো এবং পাথরের পালিশ করা অলঙ্কারের সঙ্গে সোনার অলঙ্কারও ব্যবহার করতো। তবে সকলেই নয়—কারণ বর্তমানের মত তখনো সোনা ছিল ছুপ্রাপ্য এবং সংগ্রহ করাও ছিল কঠিন।

এছাড়া সাত-আট হাজার বছর আগের যে সব প্রত্ন-সামগ্রী আবিষ্কৃত হয়েছে, তার সঙ্গে সোনার গহনাও পাওয়া গেছে। খুব প্রাচীন গ্রীক গাথায়—বিভিন্ন জায়গায় পাওয়া মিশরীয় প্যাপিরাসে লেখা কাহিনীতে সোনার উল্লেখ পাওয়া যায়। খৃষ্টের জন্মের 6000 হাজার বছর আগেও এশিয়া মাইনরের লিডিয়াতে রাজার হবিসমেত সোনার শীলমোহর ব্যবহারের প্রথা চালু ছিল। এর জের কিছুদিন আগে পর্যন্ত কয়েকটি দেশে চলেছিল। কোন কোন ঐতিহাসিকের মতে, পৃথিবীর প্রাচীনতম সোনার খনিগুলিতে খৃষ্টের জন্মের 3000 হাজার পূর্বেও কাজ চলতো।

সোনা সাধারণতঃ কোয়ার্ট্জ নামক খনিজের সঙ্গে সংলগ্ন থাকে। এরূপ স্বর্ণধর (Auriferous) কোয়ার্ট্জ যখন প্রাকৃতিক কারণে চূর্ণিত হয়ে জলস্রোতের সঙ্গে প্রবাহিত হয়, তখন সোনার কণা বালি ও মৃড়ির সঙ্গে নদীপথে কিংবা নদীপ্রাণিত ভূমিতে ছড়িয়ে পড়ে। এই রকম বালি আর মৃড়ি থেকে এককালে সোনা সংগ্রহ করা হতো—এখনো হয়। তবে এই স্রোতবাহিত সোনার পরিমাণ সাধারণতঃ খুবই কম—বিস্তার বালি ধুয়ে সামান্য কিছু স্বর্ণকণা পাওয়া যেতে পারে। অবশ্য দৈবক্রমে ঐতিমতক বড় ডেলাও মিলতে পারে।

আসাম, বিহার, উড়িষ্যা, মধ্যপ্রদেশ এবং মহীশূরের অনেক নদীর বাজিতে স্বর্ণকণা আছে। স্থানীয় দরিদ্র অধিবাসীরা এখনো কিছু কিছু স্বর্ণকণা উদ্ধার করে থাকে। পদ্ধতি অতি সরল। পাতলা একটি ডালা—তাতে কিছু বালি রেখে জল মিশিয়ে ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে ধোয়া হয়। সোনার কণা বালির চেয়ে ভারী—সে জন্তে নাড়ানোর ফলে বালি জলের সঙ্গে মিশে ক্রমশঃ বেরিয়ে যায় এবং বার বার ধোয়ার পর অবশেষে ডালাতে শুধু সোনার কণা পড়ে থাকে। সুবর্ণরেখা নদীর বালি থেকে এখনো এই উপায়ে সোনা সংগ্রহ করা হয়।

এ তো গেল নদীর বালিকণা থেকে স্বর্ণকণা সংগ্রহ করবার পদ্ধতির কথা। এবার শোন, খনিজ পদার্থ থেকে সোনা বের করবার আধুনিক পদ্ধতির কথা। প্রথমেই বলেছি, যে খনিজ আকরের মধ্যে সোনা পাওয়া যায় তার নাম কোয়ার্ট্জ্। স্বর্ণধর কোয়ার্ট্জ্ পাথরের সূক্ষ্ম চূর্ণ জলের সঙ্গে মিশিয়ে বড় বড় তামার চাদরের উপর দিয়ে শ্রোতের মত প্রবাহিত করানো হয়। তামার চাদরে পারদ মাখানো থাকে। তাতে সোনার কণা আটকে যায়। তারপর পারা চেঁচে নিয়ে পাতন যন্ত্রে রেখে তাপ দেওয়া হয়। পারা বাষ্পাকারে পৃথক হয়ে অল্প পাত্রে জমা হয় এবং পাতন যন্ত্রে শুধু সোনা পড়ে থাকে। পাথরের গুঁড়া থেকে সব সোনা পারায় আটকে থাকে না—কিছু পাথরের সঙ্গে থেকে যায়। পটাসিয়াম বা সোডিয়াম সায়ানাইড মিশ্রিত জলে সোনা দ্রবীভূত হয়। সে জন্তে সায়ানাইড যৌগের সাহায্যে পাথরের গুঁড়া থেকে অবশিষ্ট সোনা বের করা হয়। কোন কোন কোয়ার্ট্জের সঙ্গে কিছু পরিমাণ কণা মিশ্রিত থাকে—তাও বিশেষ প্রক্রিয়ায় পৃথক করা হয়।

ধাতু হিসাবে সোনা যেমন শ্রেষ্ঠ, তেমনি তার এমন কতকগুলি বৈশিষ্ট্য আছে, যা অসংখ্য অনেক ধাতুরই নেই। যেমন—সাধারণ অ্যাসিডে এর কোন ক্ষতি হয় না। সে জন্তেই বিজ্ঞানীরা একে নোবেল মেটাল বলে থাকেন। একমাত্র ফ্লোরিন, আকোয়া রিজিয়া মিশ্র অ্যাসিড আর কয়েকটি বিবাক্ত অ্যাসিড ছাড়া অল্প কিছুতেই এই ধাতু দ্রবণীয় নয়।

সোনা যেমন নমনীয় তেমনি ঘাতসহ। আর এজন্তেই সোনাকে পিটিয়ে 1 ইঞ্চির 250,000 ভাগ পাতলা করা যায়। শুধু কি তাই, তোমরা শুনেলে আশ্চর্য হবে যে, এক আউন্স সোনা থেকে 35 মাইল লম্বা তার করা যায়। এই বৈশিষ্ট্যের জন্তে খুব অল্প পরিমাণ সোনাও রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় ধরা শক্ত নয়। আধুনিক রসায়নবিদেয়া অল্প ধাতুর 1,000,000,000 অণুর সঙ্গে সোনার একটি অণু মেশানো থাকলেও সেটা ধরতে পারেন। সোনা সাধারণতঃ 1063° সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রায় গলতে শুরু করে এবং এর বেশী তাপ প্রয়োগ করলে বেশ তরল হয়ে যায়। স্বর্ণকারেরা এই তরল সোনাকে ছাঁচে

ফেলে প্রথমে সোনার বাট তৈরি করে, তারপর সেই বাটকে পুনরায় উত্তাপ প্রয়োগে নরম করে পিটিয়ে পিটিয়ে তৈরি করে নানারকম অলঙ্কার।

পৃথিবীতে সোনার যেকোন চাহিদা, সে তুলনায় সোনা খুব কমই আছে। এত হাজার বছর ধরে চেষ্টা করে মানুষ আজ পর্যন্ত মাত্র 50,000 হাজার টন সোনা উদ্ধার করেছে। এখন সমগ্র বিশ্বে বছরে আনুমানিক 2000 হাজার টন সোনা বিভিন্ন খনি থেকে উত্তোলন করা হয়। এই পরিমাণের শতকরা 70 ভাগ আসে দক্ষিণ আফ্রিকার 11000 ফুটের বেশী গভীর রাণ্ড নামক খনি থেকে। মোট শতকরা 25 ভাগ আসে সোভিয়েট রাশিয়া থেকে। ভারতবর্ষে সবচেয়ে বড় সোনার খনি আছে মহীশূরের কোলার অঞ্চলে। ভাছাড়া নিজাম রাজ্যের হুট্টি অঞ্চলের খনি থেকেও সোনা উত্তোলন করা হয়, তবে পরিমাণে কম।

ভূতাত্ত্বিকদের মতে, ভূত্বকের উপাদানের মধ্যে গড়ে শতকরা 0.000,0005 ভাগ সোনা আছে, রূপা আছে এর দ্বিগুণ। অথচ চাহিদা আর মূল্যের হিসাবে এই সম্পর্ক মেলানো যায় না। আধুনিক বৈজ্ঞানিকদের মতে, সমুদ্রের জলে 1 ঘন কিলো-মিটারে 5 টন সোনা পাওয়া যেতে পারে। শুধু পৃথিবীতেই নয়, সূর্যের চতুর্দিকে— এমন কি, উদ্ধার মধ্যেও সোনার অস্তিত্বের প্রমাণ পাওয়া গেছে। হয়তো বা অদূর ভবিষ্যতে বিভিন্ন গ্রহ-উপগ্রহে পৃথিবীর মানুষের চাহিদা মেটাবার জন্যে সোনার খনি খোলা সম্ভব হবে।

চাহিদা অনুযায়ী সোনা কম বলে মানুষ অল্প খাতু থেকে সোনা তৈরি করবার চেষ্টা বহু প্রাচীনকাল থেকেই করে আসছে—অবশ্য কৃত্রিম সোনা। এই ব্যাপারে আজকের মানুষ কিছুটা এগিয়েছে—আধুনিক বিজ্ঞানীরা সাইক্লোট্রন যন্ত্রে পরমাণুর ভাঙনের সাহায্যে সেই স্বপ্ন সফল করতে প্রয়াসী। হয়তো এমনি করেই বৈজ্ঞানিকদের স্বপ্ন একদিন বাস্তবে রূপায়িত হবে।

সুনীল সন্ন্যাস

জানবার কথা

একটি গরিলার দৈহিক শক্তি হুড়িটি মানুষের দৈহিক শক্তির সমান।
বজার কথা হলো—গরিলারা সিংহের মত গর্জন করে না—ভায়া চীৎকার করে।

উত্তর

(পারদর্শিতার পরীক্ষা)

1. বন্ধুটির পকেটে পয়সা ছিল 22 এবং তার বয়স 15 বছর।
[ধরা যাক, বন্ধুটির পকেটে পয়সার সংখ্যা x এবং তার বয়স y বছর।
তাহলে

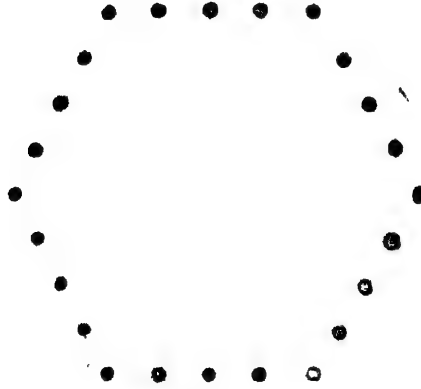
$$(2x+5) \times 50 + y - 365 = 2100$$

$$\text{বা } 100x + y = 2100 + 115 = 2215$$

$$\therefore x = 22 \text{ ও } y = 15$$

সুতরাং বোঝা যাচ্ছে, বন্ধু যে বল বললো, তার সঙ্গে 115 যোগ করে যে সংখ্যা পাওয়া যাবে, তার শেষের দু'টি অঙ্ক নির্দেশ করবে তার বয়স আর আগের অঙ্ক বা অঙ্কগুলি নির্দেশ করবে পয়সার সংখ্যা।]

2. সৈন্তদেয় সারিগুলি নীচের ছবির মত একটি শ্রেণি বড়ত্ব গঠন করবে।



• — সৈন্য

3. (ক) $(b-a)$ হচ্ছে একটি ঋণাত্মক সংখ্যা। সে অর্থে $a(b-a) > (b+a)(b-a)$ হলে $a < (b+a)$ হবে।

[একটি উদাহরণ দিলে বিষয়টি পরিষ্কারভাবে বোঝা যাবে। $-6 > -10$ অর্থাৎ $3 \times (-2) > 5 \times (-2)$ । একেই $3 < 5$ ।]

(খ) বর্গমূল নির্ণয় করাটা ভুল হচ্ছে, কারণ এককেরও বর্গমূল নিতে হবে।

[প্রথম সমীকরণটির দু-দিকের সঠিক বর্গমূল লিখলে পাঁড়ায়

$$\frac{1}{2}\sqrt{\text{টাকা}} = 5/\text{পয়সা}$$

এটা ঠিক আছে, কেন না

$$\sqrt{\text{টাকা}} = \sqrt{100 \text{ পয়সা}} = 10\sqrt{\text{পয়সা}}।$$

4. 50 পয়সার 4টি মুদ্রা, 25 পয়সার 6টি মুদ্রা ও 5 পয়সার 10টি মুদ্রা।

[ধরা বাক 50 পয়সা, 25 পয়সা ও 5 পয়সার মুদ্রাসংখ্যা যথাক্রমে x , y ও z ।

তাহলে

$$x + y + z = 20 \dots\dots\dots(1)$$

আবার পয়সার হিসাবে

$$50x + 25y + 5z = 400$$

$$\text{বা } 10x + 5y + z = 80 \dots\dots\dots(2)$$

(2) থেকে (1) বিয়োগ করলে

$$9x + 4y = 60 \dots\dots\dots(3)$$

যেহেতু x ও y দুটি পূর্ণসংখ্যা, (3)-এর সমাধান হচ্ছে

$$x = 4 \text{ ও } y = 6$$

$$\therefore z = 20 - (4 + 6) = 10]$$

5. (ক) $111 - 11$

(খ) $33 \times 3 + \frac{3}{3}$

(গ) $(5 + 5 + 5 + 5) \times 5$

বা $(5 \times 5 \times 5) - (5 \times 5)$

জানবার কথা

নিশাচর প্রজাপতিকের মত বলা হয়। এদের ডানা তারী এবং নরম নরম শোঁয়ার আবৃত। যথেরা কোন জায়গায় বসবার সময় ডানা খেলে রাখে। যথের শোঁরা-পোকায় ওষ্ঠ থেকে রেশম, তসস, দুগা, এতি, মটকা প্রভৃতি কাপড়ের ক্ষতি প্রস্তুত করা হয়। এদের বাচ্চাদের তৈরীকৃত কবতার কথা শুনে বিস্মিত হতে হয়। মাত্র ছয়টা যথের বাচ্চা এক বছরের মধ্যে যে পরিমাণ খাদ্য খায় তার ওজন হচ্ছে একটা ঘোড়ার সমান।

বিভিন্ন উদ্ভিদের বিস্তৃতি

প্রাচীনকালে ভারতের বিভিন্ন গাছপালা বিশ্বের কাছে আকর্ষণীয় ছিল। ভারতবর্ষ থেকে অনেক গাছপালা পৃথিবীর বিভিন্ন জায়গায় ছড়িয়ে গেছে। আবার কোন কোন গাছ বিদেশ থেকে ভারতে বিস্তার লাভ করেছে।

ধান :—ধানের চাষ আজকাল পৃথিবীর সব গ্রীষ্মপ্রধান দেশেই করা হয়। অতি প্রাচীনকাল থেকেই ভারতবর্ষ ও চীনে ধানের প্রচলন আছে—তার প্রমাণ আমরা পাই হিন্দুশাস্ত্রে এবং বিভিন্ন প্রাচীন নিদর্শন থেকে। সর্বাপেক্ষা প্রাচীন যে নিদর্শন পাওয়া যায়, সেটা খৃষ্টপূর্ব 1000-750 সালের। এই নিদর্শন পাওয়া গেছে হস্তিনাপুরে (উত্তর প্রদেশ)।

আলেকজান্ডারের ভারতে আসবার পরেই গ্রীকরা এর সন্ধান পায়। তারা আরব-বণিকদের আরও আগে ভারতের পশ্চিম উপকূলে আসে এবং ধানের সন্ধান লাভ করে।

তুলা :—হেরোডটাসের বর্ণনায় আছে—ভারতে এক রকম গাছ পাওয়া যায়, যার ফল থেকে ভারতীয়েরা কাপড়-চোপড় তৈরি করে। এই বর্ণনায় শিমূল গাছের তুলার কথাই বলা হয়েছে।

সবচেয়ে প্রাচীন লিখিত নিদর্শন পাওয়া যায় ঋক্বেদে—ঋক্বেদের রচনাকাল খৃষ্টপূর্ব পঞ্চদশ সাল। পাঁচ হাজার বছর আগে মহেঞ্জোদারোর যুগেও এর প্রচলন ছিল এবং সেখানে তুলার তৈরি কাপড়ের টুকরার কথাও জানা গেছে, যার মধ্যে পাওয়া গেছে প্রাচীন রৌপ্য মুদ্রা। তুলার চাষ, কাপড় তৈরি, কাপড়ে রং করা—মধ্যযুগে এগুলি এত তাড়াতাড়ি উন্নতির পথে এগিয়ে চলেছিল যে, ভারতবর্ষ কিছুদিনের মধ্যেই এদিক থেকে একাধিপত্য অর্জন করে এবং সুদূর ভিনিসের সঙ্গেও তার বাণিজ্য চলে।

দক্ষিণ আমেরিকায়ও প্রাচীনকালে তুলার প্রচলন ছিল। পেরু এবং দক্ষিণ-পশ্চিম যুক্তরাষ্ট্রের কোন কোন অঞ্চলের সমাধিক্ষেত্রে তুলা দিয়ে তৈরি কাপড়ের সন্ধান পাওয়া গেছে। কিন্তু একথা ঠিক যে, তুলার প্রচলন সর্বপ্রথম হয় ভারতবর্ষে। ইজিপ্টে শগ গাছের আঁশ থেকে কাপড় বোনা হতো, তুলার চাষ আরম্ভ হয় অনেক পরে।

চা :—চা আজ পৃথিবীর প্রায় সমস্ত দেশের লোকেরই পানীয়। চা-এর চাষ প্রথম আরম্ভ হয় চীনে। ভারত চীন থেকে প্রথম বীজ আমদানী করে' চা-এর চাষ আরম্ভ করে। ভারতের উত্তরাংশে চা-এর প্রাচুর্য থাকা সত্ত্বেও এখানকার লোকেরা পরে তা জানতে পারে। আসাম ও বর্মার উত্তরাংশে এখন প্রচুর চা জন্মায়, যা পৃথিবীর সব জায়গায় আজ রপ্তানী করা হচ্ছে।

চা-এর প্রসার হয়েছে খুব ধীরে ধীরে। চা-এর প্রচলন হয় জাপানে—দশম শতাব্দীতে, ইউরোপে বোড়শ শতাব্দীর শেষের দিকে। সপ্তদশ শতাব্দীতে বৃটেনে চা বিক্রী হয় এক পাউণ্ড দশ গিনিতে। 1664 খৃষ্টাব্দে ইংল্যান্ডের দ্বিতীয় চার্লসের স্ত্রী রানী ক্যাথেরিনকে কিছু চা উপহার দেওয়া হয়। তিনি চায়ের প্রাশংসা না করে পানেন নি এবং তারপর থেকেই ইংল্যান্ডের অভিজাত সম্প্রদায়ের মধ্যে চায়ের প্রচলন বেড়ে যায়। চীন, জাপান, ইন্দোনেশিয়া, সিংহল, ফরমোসা প্রভৃতি স্থানেও এখন যথেষ্ট পরিমাণ চা উৎপন্ন হয়। ভারতই পৃথিবীতে চা উৎপাদনে প্রথম।

আম :—প্রাচীন ভারতীয় কবির বর্ণনায় আমের উল্লেখ অনেক জায়গায় আছে; যেমন—কামদেবের বাগস্থান আত্মকুঞ্জ। চতুর্দশ শতাব্দীতে আমির খসক বলেছিলেন, ভারতে এমন একটা ফল (অর্থাৎ আম) জন্মায়, যা কাঁচা-পাকা সব অবস্থাতেই উৎকৃষ্ট।

শোনা যায়, সম্রাট আকবর দ্বারভাঙ্গার নিকটে বাগান তৈরি করে সেখানে দশ হাজার আমগাছ লাগিয়েছিলেন। আইন-ই-আকবরীতে আম সম্বন্ধে অনেক কথা লিপিবদ্ধ আছে।

আজ দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়ার একটা প্রধান ফল বলতে আমকেই বোঝায়। মালয়, ইন্দোনেশিয়া এবং ফিলিপাইন দ্বীপপুঞ্জে প্রচুর আম জন্মায়। হাওয়াই ও ফ্লোরিডা অঞ্চলেও যথেষ্ট আমের চাষ হয়।

কলা :—ভারত, থাইল্যান্ড, মালয়ে প্রচুর পরিমাণে কলা জন্মায়। বৌদ্ধ ধর্মগ্রন্থে খৃষ্টপূর্ব 500-600 সালে কলার উল্লেখ আছে। তাই অনেক জায়গায় দেখা যায়, কলাকে 'Horn Plantain' বলা হয়েছে—কারণ এর আকৃতি শিং-এর মত।

খুব অল্প সময়ের মধ্যেই বিভিন্ন দেশে কলা বিস্তৃতি লাভ করে। অনুমান করা হয়, আরবীয়দের দ্বারা ভারত থেকে প্যালেস্টাইন ও মিশরে কলার প্রচলন হয় সপ্তম শতাব্দীতে। মিশর থেকে কিছু দিনের মধ্যেই গোটা মহাদেশে কলার প্রচলন হয়, কারণ পঞ্চদশ শতাব্দীতে ইউরোপীয়ানরা যখন আফ্রিকার পশ্চিম উপকূলে যায়, তখন সেখানে কলার প্রচলন ছিল। আমেরিকায় কলার চাষ হয় 1516 খৃষ্টাব্দে। কিন্তু কিছুদিনের মধ্যেই এত প্রসার লাভ করে যে, আজ আমেরিকা পৃথিবীর মধ্যে কলা উৎপাদনে প্রথম স্থানের অধিকারী।

কলার জনপ্রিয়তার কারণ দুটি—প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায় এবং পুষ্টিকারক তো বটেই। এর মধ্যে আছে 22% কার্বোহাইড্রেট। ভিটামিন A এবং C।

আখ :—অতি প্রাচীনকালে পাশ্চাত্য দেশে মিষ্টি জিনিষ বলতে ছিল শুধু মোচাকের মধু। আখের প্রচলন হয় স্পেনে অষ্টম শতাব্দীতে, মাদেইরা, আজোর, কেপ ভার্ডে দ্বীপে পঞ্চদশ শতাব্দীতে। সপ্তদশ শতাব্দীতে পৃথিবীর সমস্ত খ্রীস্টধর্মাবলম্বী দেশেই আখের চাষ আরম্ভ হয়। এক-শ বছর আগে চিনি তৈরির একমাত্র উপায় জানা ছিল আখ

থেকে। আজকাল বিট থেকেও চিনি তৈরি হয়। আজ পৃথিবীতে চিনি উৎপাদনে ভারতের স্থান উল্লেখযোগ্য।

মরিচ :—মালাবার ও কেরালায় প্রচুর মরিচ জন্মায়। বহু বছর ধরে এটা ছিল পশ্চিমের সঙ্গে ভারতের প্রয়োজনীয় বাণিজ্য পণ্যের মধ্যে একটি।

মরিচ ইউরোপে আসে পারস্য উপসাগর, মেসোপটেমিয়া, সিরিয়া কিংবা লোহিত সাগর ও সুরেজ উপসাগরের মধ্য দিয়ে। আলেকজান্দ্রিয়ায় ১৭৬ খৃষ্টাব্দে রোমানরা মরিচ দিত রাজস্ব হিসাবে। ভিনিসের উন্নতির মূলে তাদের মরিচের উপর একচেটিয়া ব্যবসায়। তাদের ব্যবসায় নষ্ট করবার জন্যেই পর্তুগীজরা চেয়েছিল জলপথে ভারতের সঙ্গে যোগাযোগের একটা পথ। ক্রমে তাদের অনুসরণ করে ওলন্দাজ, ফরাসী ও ব্রিটিশ। সকলের কাছেই ব্যবসায়টি লোভনীয় হয়ে উঠেছিল। পর্তুগীজদের সেই স্মৃতি আমরা আজ দেখতে পাই—গোয়ায়।

এছাড়া আরও যে সব উদ্ভিদ ভারতবর্ষ থেকে পৃথিবীর বিভিন্ন জায়গায় ছড়িয়ে গেছে তার মধ্যে আছে, অড়হর ডাল, বেগুন, শশা, পাট, নীল, নারকেল, আদা, দারুচিনি, হলুদ, শন, জায়ফল, খাম আলু ইত্যাদি। কাজুবাদাম, আলু, বাদাম, টোম্যাটো, সাগু, আনারস, পেয়ারা, মিষ্টি আলু, লঙ্কা, অ্যারাকুট, ভুট্টা, খরমুজ প্রভৃতি আজ বাজার ছেয়ে গেছে, কিন্তু ভারত এগুলির কোনটারই জন্মস্থান নয়—মূলর আমেরিকা হচ্ছে এদের আদি বাসভূমি।

শ্রীচঞ্চল রায়

প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১. : গ্রন্থভারা স্থির থাকে অথচ অণু সব নক্ষত্র আকাশে দিক পরিবর্তন করে—এর কারণ কি ?

জীবনকৃষ্ণ মণ্ডল, উবারজান সিংহ, বহরমপুর

প্রশ্ন ২. : অ্যাপেলসাইটিস রোগটা কি ?

অভিজিৎ দেবনাথ, কলিকাতা-৩৭

উত্তর ১. : পৃথিবী নিজের অক্ষের উপর পশ্চিম দিক থেকে পূর্ব দিকে আবর্তিত হচ্ছে। তাই পৃথিবীপৃষ্ঠ থেকে দূরের স্থির নক্ষত্রদের মনে হয় যেন এগুলি পূর্ব দিক থেকে পশ্চিম দিকে সরে যাচ্ছে। উপরের আকাশে ঠিক পৃথিবীর অক্ষ বরাবর রয়েছে

ঐক্যভাৱ। এই কাৰণেই পৃথিৱীৰ আবৰ্তন সৰ্ব্বো ঐক্যভাৱকে দিক পৰিবৰ্তন না কৰে একই জায়গায় স্থিৰ থাকতে দেখা যায়। ঐক্যভাৱৰ এৰূপ অবস্থানেৰ জন্তে দক্ষিণ মেৰু থেকে একে দেখা যায় না। অবশ্য নক্ষত্ৰদেৱ আপেক্ষিক গতি থাকা সত্ত্বেও নিজস্ব একটা গতি আছে; কিন্তু পৃথিৱী থেকে এদেৱ অবস্থান অনেক দূৰে হওয়ায় এদেৱ মোটামুটি স্থিৰ বলে ধৰে নেওয়া হয়।

উত্তৰ 2. আমাদেৱ দেহেৰ অভ্যন্তৰে 1 ইঞ্চি মোটা ও 4 ইঞ্চি লম্বা একটা নলেৰ মত বস্তু বৃহদন্ত্ৰেৰ দিকায় নামক অংশেৰ গা থেকে নীচেৰ দিকে বুলে থাকে। এই বস্তুটিকে বলা হয় অ্যাপেনডিক্স। শৰীৰে অ্যাপেনডিক্সেৰ উপস্থিতিৰ প্ৰয়োজনীয়তা এখনও আমাদেৱ অজানা। তবে এই অ্যাপেনডিক্স ৰোগাক্ৰান্ত হলে শৰীৰে বৰ্ধেই অস্থিৰতা ও যন্ত্ৰণাৰ সৃষ্টি হয়। অ্যাপেনডিক্স ৰোগাক্ৰমণেৰ ফলে যে যন্ত্ৰণা বা প্ৰদাহেৰ সৃষ্টি হয়, তাকেই বলা হয় অ্যাপেন্ডিসাইটিস। সাধাৰণতঃ শিশু, বৃদ্ধ ও স্ত্ৰী লোকেৰা এই ৰোগে কম সংখ্যায় আক্ৰান্ত হয়। যুবকদেৱ ক্ষেত্ৰেই এই ৰোগাক্ৰমণেৰ সংখ্যা বেছি। নিৰামিষাশীদেৱ তুলনায় মাংসাশী ব্যক্তিদেৱ ক্ষেত্ৰেও এই ৰোগেৰ প্ৰাচুৰ্য্য বেছি।

কোনও কাৰণে যদি অ্যাপেনডিক্সেৰ ভিতৰ খাঙকণা ঢুকে পড়ে, তবে তা আৰ বেৰিয়ে আসতে পাৰে না এবং অ্যাপেনডিক্সেৰ ভিতৰে থেকে পচতে থাকে। এই বস্তুকণাৰ উপস্থিতিৰ জন্তে অ্যাপেনডিক্সেৰ আয়তন বাড়ে থাকে এবং এই বৰ্ধিত আয়তন প্ৰদাহেৰ সৃষ্টি কৰে। বিভিন্ন ৰোগজীবাণু আক্ৰমণেৰ ফলেও অনেক সময় অ্যাপেনডিক্স ৰোগগ্ৰস্ত হয়ে পড়ে। এই সব জীবাণুৰ মধ্যে ষ্ট্ৰেপ্টোকক্কাস ও কোলন ব্যাসিলাসেৰ নাম উল্লেখযোগ্য। যে কোনও কাৰণে ৰোগাক্ৰান্ত হবাৰ ফলে অ্যাপেনডিক্সেৰ ৰক্ত সরবরাহকাৰী ধমনীগুলিতে বাধাৰ সৃষ্টি হয়। যদি অ্যাপেনডিক্সটি সম্পূৰ্ণভাবে ৰোগাক্ৰান্ত হয়ে পড়ে, তবে অ্যাপেনডিক্সেৰ ৰক্ত চলাচল সম্পূৰ্ণ বন্ধ হয়ে যায় এবং গ্যাংগ্ৰিনেৰ সৃষ্টি হয়। এৰ ফলে তীব্ৰ যন্ত্ৰণা ও প্ৰদাহেৰ সৃষ্টি হয়। কোন কোন সময় অ্যাপেনডিক্স ৰোগাক্ৰান্ত হয়ে ফেটে যায়, যাৰ ফলে সমস্ত শৰীৰই ৰোগাক্ৰান্ত হয়ে পড়ে। এ অবস্থায় জীবনহানিৰ সম্ভাবনাও থাকে।

শ্ৰীমন্ত্ৰুজ্ঞান দেৱ

* ইনষ্টিটিউট অব ৱেডিঙ-কিজিঞ্জ অ্যাণ্ড ইলেক্ট্ৰিনিজ, বিজ্ঞান কলেজ, কলিকাতা-9

প্ৰধান সম্পাদক—শ্ৰীগোপালচন্দ্ৰ ভট্টাচাৰ্য

শ্ৰীমহিমকুমাৰ ভট্টাচাৰ্য কৰ্তৃক পি-23, ৱাৰা ৱাৰক্ক ষ্ট্ৰীট, কলিকাতা-6 হইতে প্ৰকাশিত এবং ওপ্ৰগ্ৰেণ 3777 বেনিৰাটোলা লেন, কলিকাতা হইতে প্ৰকাশক কৰ্তৃক প্ৰতিত।

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

চতুর্বিংশ বর্ষ

নভেম্বর, ১৯৭১

একাদশ সংখ্যা

[পাইনিয়েলের সঙ্গে দেহভিত্তিক বহু পরিবর্তনের বৈজ্ঞানিক ব্যাখ্যা সবে শুরু হয়েছে, কিন্তু গত কয়েক বছর ধরে স্নায়ুরসায়নে যে সব কাজ হচ্ছে, তা থেকে মনে হয়, পাইনিয়েল মানুষের ইন্দ্রিয়বিষয়ক গবেষণায় বিশেষ আলোড়ন সৃষ্টি করবে।]

মস্তিষ্কের নিয়ন্ত্রক পাইনিয়েল গ্রন্থি

শ্রীদেবপ্রভ নাগ ও শ্রীজগৎজীবন ঘোষ*

ভূমিকা

বহু পূর্বে অনেকের ধারণা ছিল, পাইনিয়েল গ্রন্থি মস্তিষ্কের বিভিন্ন কোর্টরে চিন্তার প্রবাহ নিয়ন্ত্রক। গ্রীক দার্শনিক Descartes তাঁর লেখা এক বইতে (De Homine) উল্লেখ করেছিলেন যে, আত্মীয়ত্বের পীঠস্থান হলো পাইনিয়েল গ্রন্থি। তাঁর মতে, দেহ হলো বস্তুস্বরূপ এবং দেহস্বরূপ বস্তুকে পরিচালনা করছে পাইনিয়েল গ্রন্থি। প্রাচীন গ্রীকদের ভাবধারায় উদ্ভূত হয়ে তিনি বললেন যে, বহির্বিষয়ের ঘটনাগুলি, বা বস্তু-

দৃষ্টির অন্তরালে অনবরত হয়ে চলেছে, তা কতকগুলি কাঁপা স্নায়ুগুণে দেহপেশীতে সাড়া জাগায়। এসব ধারণার সত্যতা যাচাই করবার বৈজ্ঞানিক প্রচেষ্টা তখন সবে শুরু হয়েছে। যাত্র আট বছর আগেও পাইনিয়েল সম্পর্কে বহু ধারণা ছিল রহস্যবৃত। উল্লেখযোগ্য হলো, পাইনিয়েল দেহ-ভিত্তিক বিভিন্ন ঘটনার সময় নিয়ন্ত্রকরূপে কাজ করে।

*প্রাণরসায়ন বিভাগ, কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়, কলিকাতা-১৯।

পাইনিয়ালের পরিচয়

পাইনিয়াল গ্রন্থি (Pineal gland) মস্তিষ্কের দুই অর্ধগোলকের মধ্যে অবস্থিত একটি অতি ক্ষুদ্র বস্তু। জানা গেছে একজন প্রাপ্তবয়স্কের পাইনিয়াল গ্রন্থি মোটামুটি দৈর্ঘ্যে 5-9 মি. মি. প্রস্থে 3-5 মি. মি. এবং উচ্চতায় 3-5 মি. মি.। ওজন 100 থেকে 180 গ্রাম। এখন পর্যন্ত এই গ্রন্থিটির বিষয় খুব কমই জানা গেছে। মস্তিষ্কের অধিকাংশ গ্রন্থি যদিও যুগ্ম অবস্থায় থাকে, কিন্তু গ্রীক বৈজ্ঞানিকেরা বহুদিন আগেই এটির অযুগ্ম গঠন-প্রকৃতির পরিচয় জানিয়েছিলেন।

স্তম্ভপায়ী জীবদের পাইনিয়াল গ্রন্থি বিভিন্ন সময়ে পরীক্ষা করে দেখা গেছে যে, পাইনিয়াল গ্রন্থিতে তিনটি মূখ্য পরিবর্তন লক্ষ্য করবার মত।

(ক) পাইনিয়ালে প্যারেনকাইমাল (Parenchymal) কোষ নামে এক নতুন কোষের আবির্ভাব হয়। এই কোষগুলির বৈশিষ্ট্য হলো, অতি কঠিন আবরণ দিয়ে ঢাকা না থাকায় সাধারণতঃ এরা গোলাকৃতির হয়ে থাকে। এক-একটি কোষে বহু সংখ্যক subcellular organelles থাকে। আর ঐ organelles-এর মধ্যে উত্তেজক রস (Hormones) প্রস্তুতকারক উপাদান এবং উত্তেজক রস নিঃসৃত হবার ব্যবস্থাও আছে।

(খ) পাইনিয়াল গ্রন্থিতে কোষবিজ্ঞান বিশেষ প্রকৃতিতে হয়ে থাকে।

(গ) স্তম্ভপায়ী জীবের পাইনিয়াল গ্রন্থি যদিও মাতৃগর্ভে মস্তিষ্কের অন্তর্ভুক্ত অংশের মতই প্রথমে যুগ্ম অবস্থায় থাকে, কিন্তু ক্রমশঃ অযুগ্ম গ্রন্থিতে পরিবর্তিত হয়। জন্মের ঠিক পরেই পাইনিয়াল গ্রন্থি মস্তিষ্কের অন্তর্ভুক্ত অংশের সঙ্গে সমস্ত সম্পর্ক হারায়। মস্তিষ্কের কোন খবরই তখন সরাসরি পাইনিয়াল গ্রন্থিতে পৌঁছে না। এখন জানা গেছে, কোন একটি বিশেষ স্নায়ুপথে বিভিন্ন ঘটনা পাইনিয়ালে প্রবাহিত হয়, যদিও

মস্তিষ্কের অন্তর্ভুক্ত স্থানে সাধারণতঃ রক্তের মাধ্যমেই তা হয়ে থাকে।

পাইনিয়ালের দেহভিত্তিক পরিচয়

1898 সনে নিদানশাস্ত্রবিদ (Pathologist) O. Heubner প্রথম পাইনিয়ালের দেহভিত্তিক পরিচয় দিতে সক্ষম হন। তিনি দেখালেন যে, একটি ছয় বছরের ছেলের পাইনিয়াল গ্রন্থি টিউমারের সাহায্যে নষ্ট করে দিলে তার যৌনপ্রাবল্য প্রচণ্ডরূপে বেড়ে যায়। এর পর গোনাদের সঙ্গে পাইনিয়ালের সম্পর্ক জানবার চেষ্টা অনেকেরই করেছেন। অনেক মতপার্থক্যও দেখা দিল। জানা গেল, পাইনিয়াল গ্রন্থি বয়ঃসন্ধিহলে ক্যাল-সিয়ামে ভরে যায়। অনেকের ধারণা হলো, পাইনিয়াল একটি অকোজো গ্রন্থি। পরে দেখা গেল calcified পাইনিয়াল গ্রন্থি বয়ঃসন্ধি সক্রিয়।

1918 সালে শারীরবিদ N. Holmgren কতকগুলি উভচর প্রাণী এবং মাছের পাইনিয়াল গ্রন্থিতে বিশেষ অঙ্গভূতি বহনক্ষম কোষ খুঁজে পেলেন। এগুলি দেখতে অনেকটা প্রাণীদের চোখের আলোকগ্রাহী (Photoreceptor) কোষের মত। এরপর Lamprey জাতীয় মাছ এবং টিকটিকি জাতীয় প্রাণীদের পাইনিয়াল গ্রন্থিতেও অঙ্গরূপ আলোকগ্রাহী কোষের সন্ধান পাওয়া গেল। D. E. Kelly ইলেকট্রন মাইক্রোস্কোপ ব্যবহার করে ব্যাণ্ডের অক্ষিপট এবং পাইনিয়ালের আলোকগ্রাহী কোষগুলির মধ্যে একটা অভ্যাস্চর্য মিল দেখতে পেলেন। স্নায়ু-শারীরবিদ (Neurophysiologist) E. Dodt এবং তাঁর সহকর্মীরা দেখালেন যে, ব্যাণ্ডের পাইনিয়াল গ্রন্থি বিভিন্ন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোর প্রভাবে বিভিন্ন রকম আয়বিক সাড়া দেয়। তাঁরা দেখতে পেলেন, গরুর পাইনিয়াল নির্ধাস (Pineal extract) যদি ব্যাং এবং ব্যাঙাচিদের খাওয়ানো যায়, তবে তাদের চামড়া কাল্পাশে হয়ে যায়।

১৯৫৮ সালে একাধারে প্রাণরসায়নবিদ এবং চর্মবিদ A. B. Lerner গবাদি পশুর পাইনিরেল নির্বাস থেকে উভচর প্রাণীদের চর্মে সাদা করে দেবার মূল বস্তুটি পেতে সক্ষম হলেন। নানা পরীক্ষা থেকে প্রমাণ হলো, বস্তুটি ইনডোল প্রোডাক্ট, ৫-হাইড্রোক্সি-N-অ্যাসিটাইল ট্রিপটামিন, যদিও মেলাটোনিन নামেই বেশী পরিচিত। পাইনিরেল গ্রন্থিতে এই বস্তুটি আবিষ্কারের পর মস্তিষ্কে এই গ্রন্থিটির মূল্য আরও অনেক বেড়ে গেল।

পাইনিরেলের প্রাণরসায়ন—মেলাটোনিনের ভূমিকা

জানা গেছে মেলাটোনিन একটি উচ্চক্ষমতা-সম্পন্ন রাসায়নিক পদার্থ। এটি ব্যাণ্ডের চামড়ার কালোর মাত্রা সঙ্কোচনে অংশগ্রহণ করে। নর-অ্যাড্রিনালিন (Noradrenaline) বস্তুটি সম্পর্কেও এরকম জানা ছিল। এখন দেখা যাচ্ছে, মেলাটোনিন নরঅ্যাড্রিনালিন অপেক্ষা প্রায় 10^5 গুণ বেশী ক্ষমতাসম্পন্ন। মাত্র 10^{-13} গ্রাম/সি.সি. মেলাটোনিনেই উপরিউক্ত ফল পাওয়া যায়। অত কম মেলাটোনিন প্রয়োগ করলেই অন্ধকারে বহু মাছ এবং উভচর প্রাণীদের চর্মের রং খুব দ্রুত ক্যাকাশে হয়ে যায়। *Xenopus* ব্যাঙাচি কিংবা গিরগিটি (*Salamander*) জাতীয় প্রাণীদের পাইনিরেল গ্রন্থি কিংবা পাইনিরেলসংলগ্ন স্থানগুলি অপসারণ করলে ঐ প্রাণীগুলি অন্ধকারে ক্যাকাশে হবার ক্ষমতা হারায়। উভচর প্রাণীদের পাইনিরেল গ্রন্থিতে মেলাটোনিন তো আছেই—এমন কি, মেলাটোনিন সংশ্লেষণক্ষম প্রয়োজনীয় জৈব অণুঘটকগুলিও আছে। চর্মের উপর মেলাটোনিনের প্রভাব সম্পর্কিত বিভিন্ন পরীক্ষা এবং উপরিউক্ত পর্ববর্ণনগুলি থেকে মনে হচ্ছে, আলোর প্রভাবে মেলাটোনিন সংশ্লেষণের সঙ্গে চর্মের রং পরিবর্তনের

একটা সম্পর্ক আছে। এও জানা গেছে যে, প্রাণীদের গোনাডে (Gonad) মেলাটোনিনের বিশেষ ক্ষতিকারক প্রভাব আছে। মেলাটোনিন স্বল্পবয়সী বলিষ্ট ইঁদুরগুলির যোনিনালী উন্মুক্ত করতে বিলম্ব ঘটায় এবং ডিম্বকোষের (Ovary) ওজন কমিয়ে দেয়। দৈনিক vaginal smear নিয়ে দেখা গেছে, মেলাটোনিন স্ত্রী-ঝড়চক্রের (Estrous cycle) সময় কমিয়ে দেয়। মেলাটোনিন ইঁদুরের মস্তিষ্কে median of eminence নামক স্থানটিতে প্রয়োগ করে দেখা গেছে যে, মস্তিষ্কে পিটুইটারি গ্রন্থিতে lutenising উদ্ভেজক রসের সঞ্চয় কমিয়ে দেয়। কেবল তাই নয়, চর্মের রং যে সব উদ্ভেজক রসের উপর নির্ভরশীল, মেলাটোনিন সেই সব উদ্ভেজক রসের ঘনত্ব পিটুইটারিতে কমিয়ে দেয়। পাখীদের ক্ষেত্রে দেখা গেছে, মেলাটোনিন ওদের অণ্ডকোষ (Testis), ডিম্বকোষ (Ovary) এবং ডিম্বনালীর (Oviduct) ওজন কমায়। এও দেখা গেছে, মেলাটোনিন মস্তিষ্কের পিটুইটারি গ্রন্থিতে MSH (Melanophore Stimulating Hormone) নামক উদ্ভেজক রসের পরিমাণ কমিয়ে দেয়। কেবল তাই নয়, খাইরয়েড গ্রন্থিতে তেজস্ক্রিয় আয়োডিন এবং হাইড্রোজেন গ্রহণক্ষমতা হ্রাস করে দেয়। লোহিত কণিকা বাদ দিলে রক্তের জলীয় দ্রবণকে serum বা রক্তমস্ত বলে। রক্তমস্ততে বীজকোষ উদ্ভেজক রসের (Follicle Stimulating Hormone) পরিমাণও কমে যায়। পেনসিল মাছে দেখা গেছে, মেলাটোনিন কতকগুলি রঙের বৃদ্ধি এবং অল্প কতকগুলির সঙ্কোচনে অংশগ্রহণ করে।

পুরুষ তীক্ষ্ণ দৃষ্টিবিশিষ্ট বড় ইঁদুর (Hamstar) এবং নকুলজাতীয় জন্তুদের (Ferrets) ক্ষেত্রে দেখা গেছে, ওদের গোনাডের উপর পাইনিরেল গ্রন্থির বিশেষ প্রভাব আছে। ঐ প্রাণীগুলিকে অন্ধ করে দিলে ওদের অণ্ডকোষের ওজন কমে যায়, কিন্তু পাইনিরেল গ্রন্থি অপসারণ করলে কিংবা

পাইনিরেলের আয়ু-বোগ হ্রাস করলে ঐ পরি-বর্তনগুলি দেখা যায় না। Lamprey জাতীয় মাছে মনে হয়, পাইনিরেল গ্রহি ওদের গঠন-প্রকৃতির নিয়ন্ত্রকরূপে কাজ করে। চডুই পাখীর পাইনিরেল গ্রহি একটি অতি প্রয়োজনীয় সময়-নির্ধারক বস্তুর কাজ করে।

মেলাটোনিन সংশ্লেষণ

পাইনিরеле মেলাটোনিনের আবিষ্কার এবং তাঁর পরিচয় জানবার পর বস্তুটি কিভাবে সেখানে বিভিন্ন জৈব অণুঘটকের দ্বারা সংশ্লেষিত হয়, তা জানবার চেষ্টা শুরু হয়। প্রাণরাসায়নিক পদ্ধতিটি সংক্ষেপে দেখানো হলো।

ট্রিপটোক্যান

↓ ট্রিপটোক্যান হাইড্রক্সিলেজ (1)

5-হাইড্রোক্সিট্রিপটোক্যান

↓ অ্যামিনো অ্যাসিড ডিকার্বিলেজ (2)

সেরোটোনিন

↓ সেরোটোনিন অ্যাসিটাইলেজ (3)

N-অ্যাসিটাইল সেরোটোনিন

↓ O-মিথাইল ট্রান্সকার্বাজ (4)

মেলাটোনিন

মেলাটোনিন সংশ্লেষণের (1) থেকে (4) পর্যন্ত বিভিন্ন ধাপগুলি প্রাণরাসায়নিক নানা পরীক্ষা থেকে জানা গেছে।

পাইনিরেলের প্রাণরাসায়নিক নিয়ন্ত্রণ

পাইনিরেল সম্পর্কিত উল্লেখযোগ্য আবিষ্কার হলো গ্রহিটির রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলি পরিবেশ-জনিত আলোকের দ্বারা প্রভাবিত হয়। এই প্রভাব বিশেষ আয়ুপথে পরিচালিত হয়; অর্থাৎ আয়ুরাসায়নিক পরিবর্তকরূপে এই গ্রহিটি আলোক-সংবাদকে রাসায়নিক সংবাদে রূপান্তরিত করে। 1960 সালে V. Fiske এবং তাঁর সহকর্মীরা প্রথম দেখালেন যে, ক্রমাগত আলোকের প্রভাবে

ইহুরের পাইনিরেলের ওজন ক্রমাগত কমে যায়। প্রথমে দেখা গিয়েছিল যে, অপরিবর্তিত আলোক-উজ্জলতার ইহুরের জী-ঋতুচক্রের নিয়মিত পরি-বর্তন ঘটে না। এর পর দেখা গেল, Bovine পাইনিরেল গ্রহির নির্ধারিত ইহুরে প্রয়োগ করলে অপরিবর্তিত আলোক-উজ্জলতার দ্বারা অবস্থাতেও জী-ঋতুচক্রের পরিবর্তন হয়। এসব পর্যবেক্ষণ থেকে বোঝা যাচ্ছে যে, পাইনিরেল গ্রহিতে এমন বস্তু আছে, যা গোনাদকে কতিপয় করে এবং যার সংশ্লেষণ ও নিঃসরণ অপরিবর্তিত আলোক-উজ্জলতার কমে যায়। 1960 সালে Axelrod পাইনিরেল গ্রহিতে মেলাটোনিন সংশ্লেষক জৈব অণুঘটকের সন্ধান দিলেন। এর কিছু দিন পরে তাঁরা দেখালেন, মেলাটোনিন জী-ঋতুচক্রের সময় মন্বীভূত করে দেয়। এসব পরীক্ষা পাইনিরеле মেলাটোনিনের সংশ্লেষণ এবং নিঃসরণের উপর পরিবেশজনিত আলোর প্রভাব এবং জী-ঋতু-চক্র নিয়ন্ত্রণে পাইনিরেল গ্রহির উল্লেখযোগ্য ভূমিকা স্বরণ করিয়ে দেয়; অর্থাৎ ক্রমাগত অপরিবর্তিত আলোক-উজ্জলতার গোনাদ নিরোধক বা মেলাটোনিন সংশ্লেষণে বাধাদানই জী-ঋতুচক্রের পরিবর্তন না হবার কারণ।

এখন প্রশ্ন হলো, আলোক পরিবেশ প্রাণীদের পাইনিরেল গ্রহিতে বিশেষ বার্তা কিভাবে পৌঁছে দেয় এবং প্রাণরাসায়নিক বস্তুগুলিই বা কিভাবে প্রভাবিত হয়?

Lamprey জাতীয় মাছ, উভচর প্রাণী (যেমন, ব্যাং) এবং সরীসৃপজাতীয় প্রাণী (যেমন, টিকটিকি) ইত্যাদির বস্তিকের উপরি-ত্বাগের কাছাকাছি একটি পাইনিরেল সহযোগী গ্রহি দেখা যায়। এটিকে বলা হয় প্যারা-পাইনিরেল গ্রহি। এই গ্রহিটি আলোর প্রভাবে সাড়া দেয়। পাখীদের পাইনিরেল গ্রহিতেও এমন কোষ আছে, যে আলোর প্রভাবে সাড়া দেয়।

submammalian vertebrate-দের মত স্তন্যপায়ী প্রাণীদের পাইনিরেল কোর আলোক-প্রাণী কোর পাওয়া যায় নি। sympathetic স্নায়ুকোষের প্রান্তাগগুলি সরাসরি parenchymal কোষের সঙ্গে যুক্ত থাকে। সবচেয়ে সম্ভাব্য যে পথে আলো পাইনিরেলের প্রাণ-রাসায়নিক বস্তুকে প্রভাবিত করে, তা মনে হয় sympathetic nerves-এর মাধ্যমে হয়ে থাকে। এর সম্ভাব্যতা প্রমাণ করার জন্যে ইহুরের পাইনিরেল গ্রন্থি থেকে উদ্ভবিত cervical ganglia অপসারণ করে দেখা গেল, সাধারণ ইহুরের মত উপরের ইহুরটিকে সর্বকণ আলো অথবা অন্ধকারে রেখে দিলে ৫-হাইড্রোক্সি ইন্ডোল-ও-মিথাইল ট্রান্সকারেজ বা সংক্ষেপে HIOMT নামক জৈব অণুঘটকটির সক্রিয়তার কোন রকম পরিবর্তন হয় না। অল্প একটি পরীক্ষায়—যে সব স্নায়ুকোষগুলি উত্তেজিত হলে নরঅ্যাড্রিনালিন কিংবা সেরোটোনিन উদ্ভবক রস নিঃসৃত হয়, তা কেটে বোগাবোগ নষ্ট করে দেওয়া হলো। দেখা গেল, এর ফলে আলোর প্রভাবে পাইনিরেল HIOMT-এর কোন রকম পরিবর্তন হয় না। আলো মস্তিষ্কের কোন স্নায়ু-পথে পাইনিরেল সাড়া জাগায় তবু জানা গেল না। প্রাণরসায়ন পদ্ধতির সাহায্যে যদিও এখন অনেকটা জানা গেছে।

বিভিন্ন স্তন্যপায়ী প্রাণী—যেমন, তীক্ষ্ণ দৃষ্টিবিশিষ্ট বড় ইহুর, নকুলজাতীয় জন্তু এবং বাঁদর প্রভৃতিতে দেখা গেছে—পরিবেশজনিত আলোক-সংকেত sympathetic nervous system-এর পথে পাইনিরেল পৌঁছে। ইহুরের জী-ঝুচকের, তীক্ষ্ণ-দৃষ্টিবিশিষ্ট বড় ইহুরের অণুকোষের ওজন, গোনাদের কার্যপ্রণালী ইত্যাদি পরিবেশজনিত আলোর দ্বারা পরিচালিত হয়। আলো অক্ষিপটকে উত্তেজিত করে এবং স্নায়ুসংকেত নির্দিষ্ট স্নায়ু-পথে পাইনিরেল গ্রন্থিতে পৌঁছে। এর ফলে

স্নায়ুসংকেতের প্রকৃতি অস্থায়ী পাইনিরেল মেলাটোনিन সংশ্লেষণ দ্বারা স্থিতি বা মন্দীভূত হয়।

স্তন্যপায়ী প্রাণীদের ক্ষেত্রে আলো যে পথে পাইনিরেল সাড়া জাগায়, পাখীদের ক্ষেত্রে কিন্তু এই কাজটি ভিন্ন পথে হয়। দেখা গেছে, সুরগীর পাইনিরেল গ্রন্থিতে মেলাটোনিन প্রস্তুতকারক জৈব অণুঘটকগুলি নিয়মিত অপরিবর্তিত আলোকে অনেক বেশী উত্তেজিত থাকে। সুরগীর চোখ অন্ধ করে দিলে কিংবা তাদের sympathetic ganglia অপসারণ করলেও নিয়মিত আলো বা অন্ধকারে ওদের পাইনিরেল গ্রন্থিতে HIOMT-এর পরিবর্তন হয়। সুতরাং পাখীদের ক্ষেত্রে অক্ষিপট এবং sympathetic nerve কোনটাই পাইনিরেল আলোক এবং মেলাটোনিন সংশ্লেষণের সঙ্গে সরাসরি যুক্ত নয় বলেই মনে হয়। বিশেষ একটি পরীক্ষায় এক ধরনের জাপানী শিকারী পাখীর মাথার ঠিক উপরিভাগে তেজস্ক্রিয় প্রলেপ দিয়ে দেখা গেল, উচ্চ তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলো ঐ পাখীর পাইনিরেল গ্রন্থিতে সাড়া জাগায়, কিন্তু স্বল্প তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোতে সক্রিয় হয় না। এও দেখা গেল যে, সন্ধ্যাজাত ইহুরের পাইনিরেল গ্রন্থিতে আলো অক্ষিপট ছাড়া অল্প পথে সেরোটোনিনের পরিমাণ বাড়িয়ে দেয়। যদিও ২৭ দিন পরে ইহুরের অক্ষিপট ছাড়া অল্প পথটি আলোর প্রভাবে আর সাড়া দেয় না।

স্তন্যপায়ী জীবদের ক্ষেত্রে মেলাটোনিন সংশ্লেষণকে প্রভাবিত করে sympathetic transmitter, যেমন—নরঅ্যাড্রিনালিন। ট্রিপটোফ্যান থেকে মেলাটোনিন সংশ্লেষণের পথটি আগেই উল্লেখ করা হয়েছে। দেখা গেছে, নরঅ্যাড্রিনালিন, cyclic AMP ইত্যাদি পদার্থগুলি ট্রিপটোফ্যান থেকে মেলাটোনিন সংশ্লেষণ বাড়িয়ে দেয়। এথেকে মনে হয়, আলোর প্রভাবে যে স্নায়ুস্পন্দনের সৃষ্টি হয়, তা স্নায়ুকোষে বিশেষ পরিবর্তন ঘটরে নরঅ্যাড্রিনালিন আরও বেশী

নিঃসৃত করে। অতিরিক্ত নরঅ্যাড্রিনালিন তখন মেলাটোনিन সংশ্লেষণকে পরিবর্তিত করে। হয়তো মেলাটোনিन সংশ্লেষণে সরাসরি অংশগ্রহণ না করে নরঅ্যাড্রিনালিন অধিক পরিমাণ cyclic AMP সংশ্লেষণে অংশগ্রহণ করে। Wurtman এবং Axelrod 14C-টিপটোফ্যান ব্যবহার করে দেখিয়েছেন যে, নরঅ্যাড্রিনালিন পাইনিয়ল কোষের দুটি পৃথক স্থানে কাজ করে। একটি কেন্দ্রে নরঅ্যাড্রিনালিন টিপটোফ্যান-এর পরিবহন ক্ষমতা বাড়ায় আর অন্য একটি কেন্দ্রে cyclic AMP সংশ্লেষণে অংশ গ্রহণ করে। অতিরিক্ত cyclic AMP তখন বিভিন্ন ধাপে কাজ করে অধিক পরিমাণ মেলাটোনিন তৈরি করে।

প্রাত্যাহিক ছন্দ

স্তন্যপায়ী প্রাণীদের পাইনিয়ল গ্রন্থিতে সেরোটোনিন খুব বেশী পরিমাণে থাকে। parenchymal কোষ এবং sympathetic স্নায়ু-প্রান্তের মধ্যে এই সেরোটোনিন সমানভাবে ছড়িয়ে আছে—কোথাও কম বা বেশী নেই। সাধারণতঃ দেখা গেছে, দিনের বেলায় সেরোটোনিনের পরিমাণ পাইনিয়ল গ্রন্থিতে সবচেয়ে বেশী থাকে, কিন্তু দিনের আলো কমে যাবার সঙ্গে সঙ্গে সেরোটোনিনের পরিমাণ কমেতে থাকে। কোন্ বিশেষ কলকাঠির মাধ্যমে পাইনিয়ল গ্রন্থিতে দিনের আলো এবং অন্ধকারের সঙ্গে সেরোটোনিনের পরিমাণ যথাক্রমে বাড়ে বা কমে, তা জানবার জন্যে কয়েকটি পরীক্ষা করা হলো। কতকগুলি ইঁহুরকে অনবরত হয় সম্পূর্ণ অন্ধকারে, নয়তো সম্পূর্ণ আলোতে রেখে পাইনিয়লে সেরোটোনিনের পরিমাণ মাপে দেখা গেল—যদি ইঁহুরগুলিকে সম্পূর্ণ অন্ধকারে সর্বক্ষণ রাখা যায় কিংবা ইঁহুরগুলিকে অন্ধ করে দেওয়া হয়, তবু দিনের সঙ্গে সেরোটোনিনের পরিমাণগত পরিবর্তন হতে দেখা যায়।

সুতরাং মনে হয়, সেরোটোনিনের বাড়ি বা কমা নির্ভর করছে একটি অন্তঃস্থ জৈবিক ঘড়ির (Biological clock) উপর। যদি বিশেষ অবস্থা সৃষ্টি করে জৈবিক ছন্দের (Biological rhythm) পরিবর্তন ঘটানো সম্ভব হয়, অর্থাৎ দিনের বেলায় অন্ধকার পরিবেশ রেখে কিংবা রাত্রি বেলায় আলোর পরিবেশ সৃষ্টি করে দেখা গেছে, সেরোটোনিনের পরিমাণগত পরিবর্তন সাধারণ দিন বা রাত্রির বিপরীত নিয়মে বাড়ে বা কমে। পরীক্ষা থেকে এই প্রমাণ হয় যে, যদিও সেরোটোনিনের বাড়ি বা কমা নির্ভর করছে একটি কেন্দ্রস্থ জৈবিক পরিচালন ব্যবস্থার উপর, কিন্তু ঐ পরিচালন ব্যবস্থা পরিবেশজনিত আলো এবং অন্ধকারের দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। HIOMT-এর উপর যে সব কাজ হয়েছে, তা থেকে বোঝা যাচ্ছে যে, সেরোটোনিনের বাড়ি বা কমার যে ছন্দ নিয়ন্ত্রিত হয়, তা স্নায়ুগতভাবে নির্দেশিত হয়। স্নায়ুগত রোধ করে দিলে কিংবা স্নায়ুগত ছিন্ন করে দিলে দেখা যায়, নিয়মিত সেরোটোনিনের বাড়ি বা কমার ছন্দে পতন ঘটে। সন্তোজাত ইঁহুরে এই ধরনের প্রাত্যাহিক ছন্দ দেখা যায়, যদিও ছয় দিন পরে তা প্রকাশ পায়।

পাইনিয়লে নরঅ্যাড্রিনালিনও ঘড়ির কাঁটার সঙ্গে একটি নিয়মিত নিয়মে বাড়ে বা কমে। স্নায়ুপ্রান্তে এই বস্তুটি প্রচুর পরিমাণে থাকে। নরঅ্যাড্রিনালিন রাত্রি বেলায় সবচেয়ে বেশী, কিন্তু দিনের বেলায় সবচেয়ে কম থাকে। যদি ইঁহুরগুলিকে সম্পূর্ণ অন্ধ করে আলো কিংবা অন্ধকারে রাখা যায়, তবে ওদের নরঅ্যাড্রিনালিনের বাড়ি বা কমার ছন্দে পতন ঘটে। সুতরাং সেরোটোনিনের সঙ্গে তুলনা করলে দেখা যাচ্ছে, নরঅ্যাড্রিনালিনের বাড়ি বা কমা নিয়ন্ত্রিত হচ্ছে বাইরে থেকে। পরিবেশজনিত বার্তা পাইনিয়লে পৌঁছাবার পর HIOMT-এর দ্বারা নরঅ্যাড্রিনালিনেরও পরিবর্তন ঘটায়।

পাইনিরেল গবেষণার ভবিষ্যৎ

পাইনিরেলের উপর বর্তমান পরীক্ষা এবং পর্যবেক্ষণ থেকে মনে হচ্ছে, পাইনিরেল মস্তিষ্কের একটি অতি ক্ষুদ্র স্থান অধিকার করা সত্ত্বেও এটি নিজের স্বাভাব্য বজায় রেখে বহু প্রাণ-রাসায়নিক ঘটনার মূলে কাজ করছে। মানসিক রোগ, নিদ্রা, চর্মের রং, গ্রী-খুতচকের পরিবর্তন, আলোর প্রভাব প্রভৃতি পাইনিরেলের সঙ্গে উল্লেখযোগ্যভাবে জড়িত। স্বতঃস্ফূর্ত তেজস্ক্রিয় পদার্থের স্তায় পাইনিরেলও মনের বিভিন্ন প্রকাশ সৃষ্টি করে কিনা, জানা নেই। এও জানা নেই, মস্তিষ্ক থেকেই মনের সৃষ্টি, না মন বহির্জগতের কোন বস্তু এবং মস্তিষ্করূপ যন্ত্রে ধরা পড়ছে। দুইয়ের মধ্যে মতপার্থক্য বাই হোক না কেন, দেখা যাচ্ছে পাইনিরেল শব্দ, আলো, তাপ এবং সময়ের দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। সুতরাং পরিবেশজনিত অবস্থার পরিবর্তনের সঙ্গে মস্তিষ্কে যে সব প্রাণরাসায়নিক ঘটনা ঘটছে, তার মূলে যে পাইনিরেল গ্রন্থি কাজ করছে, তা অস্বীকার করা যায় না। বিশেষ করে মানসিক রোগগুলি কোন কোন স্তরে পরিবর্তন ঘটায় এবং তা পাইনিরেল গ্রন্থির সঙ্গে কতটা জড়িত, তাও পরীক্ষা করে দেখা উচিত। কারণ আগেই

বলেছি, পাইনিরেল যেন বিভিন্ন চিন্তার প্রবাহ নিয়ন্ত্রক যন্ত্র। আবার যেহেতু পাইনিরেল প্রাতিহিক জৈবিক হৃদয় নিয়ন্ত্রক যন্ত্র, সেহেতু বিভিন্ন ঔষধ দিনের কোন সময়ে, কতটা, কিভাবে কার্যকরী হবে, সে বিষয়ে পরীক্ষা করে তবে প্রাণোৎসাহ করা উচিত। আমরা যখন অতি দ্রুত গতিতে এক দেশ ছেড়ে অন্য দেশে বাওয়া-আসা করি, তখনও কিন্তু কিছু সময়ের জন্যে পাইনিরেলের নিয়মিত জৈবিক ঘড়ির বিপরীত দিকে কাজ করি। পাইনিরেল যে এর জন্তে ঋণাত্মক ক্রতি-গ্রস্ত হতে পারে, তা বলাই বাতুল্য। তাই মনে হয়, যান্ত্রিক উন্নতি যদিও মানুষের সময় বাঁচিয়ে দিয়েছে, কিন্তু মানুষের জীবনে আরও অনেক সমস্যার সৃষ্টি করেছে। মানুষের স্তব্ধ-দুঃখ এবং ভালবাসার জীবনে ৩টা পড়ুক, বিজ্ঞান কখনই তা চায় না। দৈনন্দিন জীবনে যে সব কারণ মানুষের স্তব্ধ জীবনযাপনে বাধা হয়ে দাঁড়ায়, তা সংশোধনের পথই আজ সবাই খুঁজছে। মানসিক রোগগ্রস্ত মানুষেরা সমাজে কিভাবে স্তব্ধ জীবনযাপন করতে পারে, সেই জন্তেই মস্তিষ্কের প্রতিটি কলকাঠি ভাল করে পরীক্ষা করে দেখবার সময় হয়েছে। এই ক্ষেত্রে পাইনিরেলের মূল্য যথেষ্ট বলেই আমাদের ধারণা।

পদার্থ ও জীবন

শ্রীপ্রদীপকুমার দত্ত*

কোনো এক স্তূর অতীতে পৃথিবীতে প্রথম প্রাণের প্রকাশ ঘটে। তার পর থেকে পৃথিবীর কত পরিবর্তন হয়েছে, কত প্রাণীর মৃত্যু হয়েছে, নতুন প্রাণী জন্ম নিয়েছে। প্রাণের বিকাশের পথে একদিন জন্ম হয়েছে মানুষের। আজ পর্যন্ত মানুষই পৃথিবীর সর্বশ্রেষ্ঠ জীব। মানুষের আবির্ভাবের পর থেকে আজ পর্যন্ত যে প্রব্লেম মীমাংসা সর্বজনগ্রাহ্য হয় নি, তা হলো জীবনকে কেন্দ্র করেছে—জীবনের অস্তিত্বের সূচনা নিয়ে। এই সম্বন্ধে দেশে দেশে, যুগে যুগে দার্শনিক ও বৈজ্ঞানিকেরা নানাভাবে চিন্তা করেছেন এবং তাঁদের সিদ্ধান্ত প্রকাশ করেছেন। প্রাচীন দার্শনিকদের সিদ্ধান্ত হলো এই যে, প্রাণের সৃষ্টির পিছনে রয়েছে এক অজ্ঞের সর্বশক্তিমান পুরুষ—ঈশ্বর। তিনিই সমগ্র জীব-জগতের স্রষ্টা। তারপর থেকে ঈশ্বরের ধারণা আজও মানুষের মনে বদ্ধমূল হয়ে বসে আছে। আর যুগে যুগে প্রতিক্রিয়াশীল শোবক শ্রেণী মানুষের এই ধারণাকে তাদের শোষণ অব্যাহত রাখবার হাতিয়ার হিসাবে ব্যবহার করেছে। কিন্তু আজ দিন পাঁটেছে। বিজ্ঞান হয়েছে উন্নত। আর তাই আজকের বিজ্ঞানীরা দেখিয়েছেন যে, জীবজগৎ ঈশ্বর নামক অর্নৌকিক কোনও শক্তি বা পুরুষের সৃষ্টি নয়। জীবনের অস্তিত্ব ও তার নানা ক্রিয়াকলাপ ব্যাখ্যা করার জন্তে ঈশ্বরের ধারণা সম্পূর্ণরূপে বাতিল করে দিয়ে তাঁরা বলেছেন যে, পদার্থ-বিজ্ঞান, রসায়ন ও জীব-বিজ্ঞানই সম্পূর্ণরূপে জীবনের নানা ক্রিয়াকলাপ ব্যাখ্যা করতে সক্ষম। জীবনের সৃষ্টি আমাদেরই চেনা পরিচিত পদার্থ

থেকে। নানা জটিল রাসায়নিক ক্রিয়া-প্রক্রিয়ার দ্বারাই পদার্থের রূপান্তরের মধ্য দিয়ে প্রাণের সৃষ্টি। প্রাণিদেহের ক্রিয়া-প্রক্রিয়ার সঙ্গে আমাদের জানা পরীক্ষাগারের ক্রিয়া-প্রক্রিয়ার মূলগত কোনও পার্থক্য নেই, পার্থক্য শুধু এই যে, প্রথমটি দ্বিতীয়টি অপেক্ষা অনেক জটিল।

অতি প্রাচীনকাল থেকেই মানুষ নানা জৈব পদার্থের ব্যবহার করে এসেছে। এই সকল জৈব পদার্থ তখন কেবলমাত্র প্রাণিদেহ থেকে পাওয়া যেত। প্রাণিদেহ ছাড়া কৃত্রিম উপায়ে উনবিংশ শতাব্দীর প্রথম দিকেও এদের পাওয়া সম্ভব ছিল না। তাই এদের বলা হতো জৈব পদার্থ। মানুষের ধারণা ছিল, জীবদেহে কোন অজ্ঞাত প্রাণশক্তির সাহায্যেই এই সকল জৈব পদার্থের সৃষ্টি হয়। প্রাণহীন বস্তু থেকে ধাতু, লবণ, ক্ষার প্রভৃতি যে সমস্ত জিনিষ পাওয়া যেত, তাদের বলা হতো অজৈব পদার্থ। অজৈব পদার্থের সংযুতি বা গঠন (Structure) জৈব পদার্থের গঠন অপেক্ষা অনেক সরল। তাই তখন বৈজ্ঞানিকদের ধারণা ছিল যে, জৈব পদার্থের সৃষ্টি অজৈব পদার্থ থেকে হওয়া সম্ভব নয়। এই ধারণার মূলে প্রথম কঠোরীঘাত হয় 1828 সালে, যখন অজৈব পদার্থ অ্যামোনিয়াম সাইয়ানেট থেকে জৈব পদার্থ ইউরিয়া প্রস্তুত করা সম্ভব হয়। এর পর থেকে বৈজ্ঞানিকেরা পরীক্ষাগারে আরও যে কত জৈব পদার্থ প্রস্তুত করেছেন, তার ইরতা নেই; অর্থাৎ জড় পদার্থ থেকে জৈব পদার্থের সৃষ্টি হতে কোনও

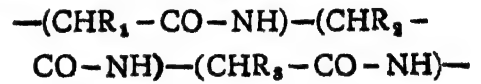
* পদার্থ-বিজ্ঞান বিভাগ, আচার্য বি. এন. শীল কলেজ, কোচবিহার।

বাধা নেই এবং তা হওয়া একান্তভাবেই সম্ভব। একই নিয়মের সূত্রে জৈব ও অজৈব উভয় পদার্থের রাসায়নিক ক্রিয়া প্রতিফলিত।

জীবন-রহস্যের উদ্ঘাটন আজও সম্পূর্ণ হয় নি। এর কারণ বিজ্ঞানের তিন শাখার (পদার্থ-বিজ্ঞান, রসায়ন ও জীব-বিজ্ঞান) মধ্যে দীর্ঘদিন পর্যন্ত কোন সংযোগস্থল ছিল না। তিন শাখার বৈজ্ঞানিকেরা পৃথক পৃথকভাবে নিজেদের শাখার গবেষণা করতেন, অন্য শাখাগুলি সম্বন্ধে তাঁরা বিশেষ আগ্রহান্বিত ছিলেন না, অথচ এক শাখার প্রগতি অন্য শাখার উপর নির্ভরশীল। একের সঙ্গে অন্যের সম্পর্ক নির্বিড়। প্রাসঙ্গিক একটা উদাহরণ দেওয়া যাক। প্রাণিদেহের অণুগুলির মধ্যে যে পারস্পরিক বল ক্রিয়া করে, তা করে পদার্থ-বিজ্ঞানের মূল তত্ত্বাভিযায়ী। তাই অণুগুলির মধ্যকার বল সম্বন্ধে জানতে হলে পদার্থ-বিজ্ঞানের সাহায্য নিতেই হবে। এখানেই জীব-বিজ্ঞানী ও পদার্থ-বিজ্ঞানীর মধ্যে একাত্মতা। এরকম আরও অসংখ্য উদাহরণ দেওয়া যায়। সূত্রের বিষয় বর্তমানে বৈজ্ঞানিকেরা বিভিন্ন শাখার মধ্যে যোগসূত্র স্থাপন করে নানা রহস্য উদ্ঘাটনে ব্রতী হয়েছেন।

জীবনের কথার কিরে আসা যাক। প্রশ্ন হতে পারে, জীবনের প্রধান ধর্ম কি? জীবনের অস্তিত্ব কিতাবে বোঝা যাবে? এই সম্বন্ধে বিস্তারিত আলোচনার না গিয়ে এটুকু বললেই বখেটে হবে যে, যার জীবন আছে, তার জনন ক্রমতা (Reproduction) ও বৃদ্ধি থাকবে। প্রাণিদেহের বিভিন্ন রাসায়নিক পদার্থ এই দুটি সংঘটিত করে। প্রাণিদেহে অসংখ্য রাসায়নিক পদার্থ আছে। সেগুলির সব কয়টির ভূমিকা বা ক্রিয়া সম্বন্ধে আলোচনা করা বর্তমান অবস্থার পরিসরে সম্ভব নয়। বোধ হয় বর্তমান অবস্থায় তার বিশেষ প্রয়োজনও নেই। কারণ প্রাণিদেহে প্রাণের প্রকাশ ও প্রাণের ধর্মাবলী নিয়ন্ত্রিত হয় দুই

বা তিন শ্রেণীর রাসায়নিক পদার্থের দ্বারা। সেগুলির সব কয়টিই উচ্চ পলিমার (High polymer)। উচ্চ পলিমারের সঙ্গে সাধারণ রাসায়নিক পদার্থের পার্থক্য হলো এই যে, এদের আণবিক গঠন অপেক্ষাকৃত জটিল এবং এদের অণুসমূহ অনেক-গুলি পরমাণুর (কোনও কোনও ক্ষেত্রে দশ লক্ষেরও বেশী) দ্বারা গঠিত। প্রাণিদেহের অত্যন্তম প্রধান উপাদান হলো প্রোটিন। প্রোটিন অণুতে দীর্ঘ শৃঙ্খলের জায় মূলকগুলি (Units) সজ্জিত থাকে। নিম্নে একটি প্রোটিন অণুর সজ্জা দেখানো হলো। বন্ধনীর মধ্যকার পরমাণুগুলি এক-একটি মূলক। R_1 , R_2 , R_3 ইত্যাদি হলো বিভিন্ন পরমাণুসমষ্টির (Group) চিহ্নিতক।



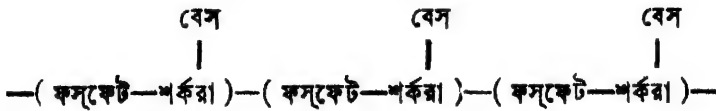
R_1 , R_2 , R_3 -এর বিভিন্নতার জন্মেই প্রোটিনের বিভিন্নতা দেখা যায়। এই পরমাণুসমষ্টিগুলির বিভিন্ন ধর্মাবলীর জন্মে প্রোটিনের ধর্মের বিভিন্নতা দেখা যায়। তাছাড়া প্রোটিনের মূলকগুলির পার্থক্যের জন্মেও বিভিন্ন ধরনের প্রোটিন পাওয়া যায়। তবে এই মূলকগুলির সংখ্যা খুব বেশী নয়। কিন্তু বিভিন্ন মূলক ও পরমাণুসমষ্টিগুলির বিভিন্ন সমবारे অসংখ্য প্রোটিন অণু গঠিত হতে পারে। এদের ধর্মাবলীও স্বভাবতঃই বিভিন্ন হবে। স্মরণীয় দেখা যাচ্ছে যে, প্রকৃতিতে জীবনের নানা বৈচিত্র্যের জন্মে অণুগুলির মূল গঠন-কাঠামো বা সংযুতির বৈচিত্র্যতার প্রয়োজন নেই; অর্থাৎ একই শ্রেণীর অণুর দ্বারাই জীবনে নানা বৈচিত্র্যের প্রকাশ ঘটতে পারে, সে জন্মে সম্পূর্ণ নতুন ধরনের অন্য কোনও অণুর প্রয়োজন নেই। প্রাণী-জগতে এখানেই বৈচিত্র্যের মধ্যে ঐক্য বিরাজ করছে।

প্রাণিদেহের মূল উপাদান প্রোটিন জীবদেহে বিভিন্নরূপে কাজ করে। অনেক পদক্ষেপে তাই দেখাংশ গঠনে অংশগ্রহণ করে। আর

এক ধরনের প্রোটিন, যার নাম হিমোগ্লোবিন—পূর্বোক্ত মূলকগুলি ছাড়াও বাদেদের মধ্যে কিছু লৌহ পরমাণু থাকে। দেহের বিভিন্ন স্থানে এরা অক্সিজেন পৌঁছে দেয়। এক কথায় প্রাণিদেহে হাজার হাজার প্রোটিন তাদের নিজেদের বিভিন্ন কর্মসাধনে ব্যস্ত পরেই আছে।

প্রাণের অস্তিত্বের জন্তে প্রোটিন অপরিহার্য। উদ্ভিদ-জগৎ, প্রাণী-জগৎ—এমন কি, ক্ষুদ্র জীবাণু বা ততোধিক ক্ষুদ্র ভাইরাস প্রভৃতি সকলের ক্ষেত্রেই একথা সত্য। প্রোটিন ছাড়াও জীবনের প্রকাশের জন্তে আর একটি অপরিহার্য জিনিস হলো নিউক্লিক অ্যাসিড (Nucleic acid)। জীবকোষের কেন্দ্র-নের (Nucleus) গঠনে এদের ভূমিকা থেকেই এই পদার্থটির নামকরণ হয়েছে। যদিও জীব-বিজ্ঞানীরা জানতেন যে, জীবজগতের বংশগতির জন্তে জীবকোষের কেন্দ্রীয় দায়ী এবং কেন্দ্রীনে নিউক্লিক অ্যাসিড প্রচুর পরিমাণে থাকে, তবুও কেবলমাত্র বর্তমান শতাব্দীর পঞ্চদশ দশকের

বৈজ্ঞানিকেরা নিশ্চিতভাবে সিদ্ধান্তে আসেন যে, বংশগতির জন্তে নিউক্লিক অ্যাসিডই প্রধান ভূমিকা গ্রহণ করে। এখানে উল্লেখ করা যেতে পারে যে, নিউক্লিক অ্যাসিডও একটি উচ্চ গলিয়ার এবং এদের মূলকগুলি প্রোটিনের মূলক অপেক্ষা আরও জটিল। এখানে মূলক হলো কস্কেট ও শর্করা (Sugar) শৃঙ্খল। প্রোটিনের R-পরমাণুসমষ্টির মত এখানেও একটি উপাদানের বিস্তারিত আছে—যেটিকে বলা হয় বেস (Base)। বেসের বিস্তারিতার জন্তেই নিউক্লিক অ্যাসিডের ধর্মের বিস্তারিত দেখা দেয়। তবে এখানে বিভিন্ন বেসের সংখ্যা বেশী নয়—মাত্র চার ধরনের বেস আছে। DNA বা Deoxyribonucleic acid এবং RNA বা Ribonucleic acid হলো দুই ধরনের নিউক্লিক অ্যাসিড, বাদেদ পার্থক্য শুধু উভয়ের শর্করার পার্থক্যের জন্তে। নিম্নে একটি নিউক্লিক অ্যাসিডের শৃঙ্খল দেখানো হলো।



জননকারী নিউক্লিক অ্যাসিড শৃঙ্খল খুবই দীর্ঘ এবং তাতে দশ লক্ষেরও বেশী সংখ্যক বেস থাকে। সুতরাং সহজেই বুঝতে পারা যায় যে, মাত্র চারটি বিভিন্ন রকমের বেসের দ্বারাই প্রাণিদেহে কত বৈচিত্র্যের সমাবেশ ঘটতে পারে। বর্তমানে বিজ্ঞানীরা বিশ্বাস করেন যে, ক্রোমোসোমে DNA-এর ক্রিয়াকলাপের দ্বারাই জীবন ও জীবজগৎ নিয়ন্ত্রিত হচ্ছে।

আগেই বলা হয়েছে যে, জীবনের প্রধান লক্ষণ হলো তার বৃদ্ধি ও জননক্ষমতা। গভীরভাবে বিচার-বিবেচনা করলে দেখা যাবে, এই দুটি লক্ষণ একই বিষয়ের দুটি ভিন্ন প্রকাশরূপ মাত্র এবং বৃদ্ধিকে জননক্ষমতার দ্বারা ব্যাখ্যা করা যেতে পারে। ব্যাক্টেরিয়া এককোষী প্রাণী। এই

কোষটি জীবনের ক্রিয়াকলাপ সম্পন্ন করে এবং কোষটি বৃদ্ধি পেতে পেতে উপযুক্ত সময়ে একদিন দুটি অংশে বিভক্ত হয়ে পড়ে এবং অংশ দুটিতে তাদের পূর্ববর্তীদের বাবতীর বৈশিষ্ট্য বজায় থাকে। এই ভাবেই তাদের বংশবৃদ্ধি ঘটে। আর উচ্চ-শ্রেণীর জীবের ক্ষেত্রেও জীবনের সূরু একটি মাত্র কোষ থেকেই। কিন্তু এখানে কোষগুলি বিভক্ত হবার পর নিম্নস্তরের জীবের কোষের দ্বারা প্রাথমিক (Parent) কোষ থেকে পৃথক হয়ে যায় না বরং প্রাথমিক কোষের সঙ্গে সংযুক্ত থেকে প্রাণী-দেহের আকৃতি গড়ে তোলে। জননকারী পদার্থের (Genetic material) একটি অবশ্য কর্তব্য হলো নতুন কোষের সৃষ্টি। সুতরাং DNA-এর দুটি কাজ—(1) প্রয়োজনীয় প্রোটিন তৈরি

করা ও (২) নিজের বুদ্ধি ঘটানো। ১৯৫২ সালে DNA-এর আণবিক গঠন আবিষ্কৃত হবার পরেই DNA-এর বুদ্ধির (Duplication) প্রক্রিয়াটি জানা সম্ভব হয়। সে সম্বন্ধে বিস্তারিত আলোচনা বর্তমান প্রবন্ধের পরিধি বহির্ভূত। DNA থেকে প্রোটিন সংশ্লেষণ প্রক্রিয়া সম্বন্ধেও বর্তমানে জানা গেছে।

জীবজগতে প্রাণীর বৈচিত্র্য ও বিবর্তন (Evolution) DNA-এর পরিবর্তনের জন্মেই হয়ে থাকে। কোনও রাসায়নিক জিন্স বা সৌর বিকিরণের ফলে DNA-এর মধ্যে কিছু পরিবর্তন সংঘটিত হলে জীবের স্থায়ী পরিব্যক্তি (Mutation) ঘটেতে পারে। DNA-এর মধ্যে পরিবর্তন বলতে এই কথাই বোঝানো হচ্ছে যে, DNA-এর মধ্যকার কোনও বেসের অন্ত কোনও বেসে রূপান্তরিত হওয়া কিংবা কোন মূলকের বোগ বা বিয়োগ ঘটা। এর ফলে সংশ্লেষণের পর উৎপন্ন প্রোটিনের মধ্যে কোন পরিবর্তন দেখা দিতে পারে। আর এর ফলেই প্রাণীর বৈশিষ্ট্যেরও পরিবর্তন দেখা দিতে পারে—এমন কি, সম্পূর্ণ পৃথক জীবকোষের সৃষ্টি বা জীবকোষের মৃত্যু হতে পারে। সুতরাং পৃথিবীতে এমন সব প্রাণীই টিকে থাকবে, যারা প্রকৃতির সঙ্গে নিজেকে খাপ খাইয়ে নিতে পারবে। আর তা না হলে তাদের পৃথিবী থেকে বিদায় নিতে হবে—যেমন সৃষ্টির আদিকাল থেকে হয়ে এসেছে।

এখন প্রশ্ন উঠতে পারে, DNA ও প্রোটিন যখন জীবদেহের মূল উপাদান এবং তারাই যখন প্রাণের একাংশে মূল ভূমিকা পালন করে, তখন পরীক্ষাগারে প্রাণ সৃষ্টির সম্ভাবনা কতটুকু? প্রশ্নটি নিয়ে আলোচনা করার আগে আরও একটি বিষয় আলোচনা করা প্রয়োজন। প্রাণের অস্তিত্ব আছে, কিন্তু এমন জিনিস হলো ভাইরাস। ভাইরাসকে প্রাণী ও জড়ের মাঝামাঝি একটা অবস্থা বলা যেতে পারে—কারণ প্রাণীর মূল একটি

ধর্ম এদের নেই, এরা নিজে থেকে বংশবৃদ্ধি করতে পারে না, এর জন্মে অন্য জীবদেহের সাহায্যের প্রয়োজন। কিন্তু প্রাণিদেহের পক্ষে অপরিহার্য অন্য দুটি জিনিস, যথা—নিউক্লিক অ্যাসিড ও প্রোটিন এদের মধ্যে আছে। প্রায় দশ বছর আগে ভাইরাসের নিউক্লিক অ্যাসিড ও প্রোটিন পৃথক করার জন্মে পরীক্ষা চালানো হয়। তা থেকে জানা যায় যে, নিউক্লিক অ্যাসিডই প্রাণের মূল চাবিকাঠি। পরীক্ষা থেকে এটা প্রতীয়মান হয় যে, ভাইরাসের নিউক্লিক অ্যাসিড শৃঙ্খল কৃত্রিম উপায়ে সংশ্লেষণের (Synthesis) দ্বারা আমরা কৃত্রিমভাবে ভাইরাসের জন্ম দিতে পারি। নিউক্লিক অ্যাসিড শৃঙ্খলের বুদ্ধির জন্মে উপযুক্ত ব্যবস্থা জীবকোষের মধ্যে থাকে। কোষ থেকে সেই সব রাসায়নিক পদার্থ কোষের বাইরে এনে পরীক্ষা-নলের মধ্যে রেখেও বুদ্ধির কাজ করা সম্ভব হয়েছে। এইভাবে কৃত্রিম উপায়ে পুনঃসংশ্লেষিত ভাইরাসের নিউক্লিক অ্যাসিডকে জীবদেহের কোষে অগ্রপ্রবিষ্ট করিয়ে দেখা গেছে যে, প্রাকৃতিক ভাইরাসের মতই এরা জীবদেহের অভ্যন্তরে বংশবৃদ্ধি করে। এভাবে পরীক্ষা-নলে সৃষ্ট ভাইরাসকে অনেকাংশে কৃত্রিম উপায়ে উৎপন্ন ভাইরাস বলা যেতে পারে। ভবিষ্যতে হয়তো কোষের রাসায়নিক পদার্থের সাহায্য ছাড়াই সম্পূর্ণ কৃত্রিম উপায়ে ভাইরাসের নিউক্লিক অ্যাসিড শৃঙ্খল সংশ্লেষণ করা সম্ভব হবে। তত্ত্বগত ভাবে তা সম্ভব। ডব্লিউ খোরানা নিউক্লিক অ্যাসিড শৃঙ্খল সংশ্লেষণ করার চেষ্টা চালিয়ে যাচ্ছেন। অবশ্য তিনি ভাইরাসের নিউক্লিক অ্যাসিড নয়—জিন সংশ্লেষণের চেষ্টা করছেন। জিন হলো DNA শৃঙ্খলের একটি অংশ, যা একটি প্রোটিন শৃঙ্খল তৈরি করে। ভাইরাসের সম্পূর্ণ DNA শৃঙ্খল সংশ্লেষণের সমস্তা হলো এই যে, এই শৃঙ্খলে দশ লক্ষের মত মূলক আছে। সেই সমস্তার সমাধান একদিন

হবেই। সুতরাং আমরা এই সিদ্ধান্তে আসতে পারি যে, পরীক্ষাগারে কৃত্রিম উপায়ে প্রাণ সৃষ্টি করা সম্ভব।

সর্বশেষে যে প্রশ্ন উঠতে পারে, তা হলো পৃথিবীতে প্রথম প্রাণের প্রকাশ কিভাবে সম্ভব হয়েছিল? জৈব বিখ্যাসীরা তা জৈবের সৃষ্টি বলে মনে করে। বিজ্ঞান তা স্বীকার করে না। বিজ্ঞান বলে পৃথিবীতে বর্তমানে যে সব গ্যাস পাওয়া যায়, পৃথিবীর আদিকালে তা ছিল না। তখন ছিল মাস' গ্যাস, অ্যামোনিয়া, জলীয় বাষ্প প্রভৃতি। এই সব গ্যাস থেকে কিভাবে প্রথম প্রাণের সৃষ্টি হয়—সেটা দেখবার জন্মে একটি বড় পাত্রে কৃত্রিম উপায়ে প্রাচীন পৃথিবীর আবহাওয়া সৃষ্টি করে তার মধ্যে বৈদ্যুতিক স্পন্দ উৎপন্ন করা হয়। উৎপন্ন পদার্থগুলিকে পরীক্ষা করে দেখা যায় যে, সেগুলি প্রোটিন ও নিউক্লিক অ্যাসিডের পূর্বগামী (Precursors) করেকটি সরল রাসায়নিক পদার্থ। সুতরাং সুদূর অতীতে কোনও এক সময় পৃথিবীর

বায়ুমণ্ডলে বিদ্যুৎ-চমকের কালে এই সব পদার্থের সৃষ্টি হয় এবং সেগুলি চাপ, তাপ প্রভৃতির কোনও বিশেষ অমূলক অবস্থায় মিলিত হয়ে উচ্চ পলিমারে পরিণত হয়। এই রকম পরিস্থিতির উদ্ভব একবার হবার পর রাসায়নিক ক্রিয়া-প্রক্রিয়ার মধ্য দিয়ে এগুলি থেকে প্রথম প্রাণী-কোষের সৃষ্টি হয়। যে সকল বৈজ্ঞানিক এই বিষয় নিয়ে গবেষণা করছেন, তাঁরা পরীক্ষাগারে অতীত পৃথিবীর পরিবেশ সৃষ্টি করে আদি প্রাণিকোষ গঠনের উপরিউক্ত তত্ত্বের সমর্থনে তথ্য সংগ্রহ করছেন। হয়তো অদূর ভবিষ্যতেই এই তত্ত্বের সত্যতা নিঃসংশয়ে প্রমাণিত হবে।

প্রাকৃতিক নানা ঘটনা। মানুষের মনে যে ভয় ও বিশ্বাসের সঞ্চার করেছিল, তা মানুষের অজ্ঞতার স্বপক্ষে জৈবের ধারণার জন্ম দিয়েছিল। নানা ঘটনার বৈজ্ঞানিক ব্যাখ্যা ধীরে ধীরে মানুষের সেই ধারণা অনেকটা দূর করতে সক্ষম হয়েছে। জীবন-রহস্য উদ্ঘাটনের প্রচেষ্টাকেও তা স্বাধীন করবে।

সমুদ্র-বিজ্ঞান

অলকরজন বসুচৌধুরী

মানুষ আজ চমকপ্রিয় হয়েছে। সুদূর মঙ্গলগ্রহ আর শুক্রগ্রহ থেকে উড়ে আসা ইঙ্গিত শুনতেও সে সক্ষম হয়েছে। আবহমণ্ডল ও তার বাইরের অজ্ঞান মহাশূন্তের বহু রহস্য আজ তার সন্ধানী দৃষ্টির সামনে উদ্ঘাটিত। জনহীন দুর্গম মেরুপ্রদেশ, জুবারমণ্ডিত পাহাড়-চূড়া—সর্বত্রই মানুষের পদচিহ্ন পড়েছে, কিন্তু যে তিন ভাগ জলরাশির উপর তার একভাগ বাসভূমি ভেসে রয়েছে, সেই মহাসমুদ্র সম্পর্কে তার জ্ঞানের পরিধি খুবই সীমিত।

সমুদ্র-সম্পদ ও সমুদ্র-বিজ্ঞান

অতীতে একদিন সমুদ্র থেকে স্থলভূমি উঠে এসেছিল কিনা বা ভবিষ্যতে কোন দিন সেই স্থলভূমি আবার সমুদ্রের অভলগর্ভে চলে যাবে কিনা, সে সব বিজ্ঞানীদের বিতর্কের বিষয়। তবে এই বিষয়ে কোন সন্দেহ নেই যে, সৃষ্টির প্রথম প্রত্যয়ে আদি প্রাণের বিকাশ হয়েছিল সমুদ্রেরই বুকে, আর সৃষ্টির শেষ দিন পর্যন্ত হয়তো প্রাণধারণের জন্মে নির্ভর করতে হবে সমুদ্রের উপরেই। সর্বত্রই স্থলভাগকে ঘিরে রেখেছে সমুদ্র এবং সে

কারণে সমুদ্রের সঙ্গে মাছবের অবিচ্ছেদ্য সম্পর্ক, সমুদ্রকে জানা তার পক্ষে অপরিহার্য। দক্ষিণ গোলার্ধের চার পক্ষমাংশ এবং উত্তর গোলার্ধের তিন পক্ষমাংশই সমুদ্র। ভূমণ্ডলে সমগ্র সমুদ্র জলের পরিমাণ ১৩৭ কোটি কিউবিক কিলোমিটার আর গভীরতা প্রায় তিন থেকে ছয় কিলোমিটারের মধ্যে।

এই সমুদ্রের কাছে মাছবের খণের অন্ত নেই। মাছবের খাদ্য, পরিবহন ইত্যাদি বিভিন্ন সমস্যার সমাধানে সমুদ্র তাকে সহায়তা করে এসেছে। জলপথে বাতায়ত ও ব্যবসা-বাণিজ্যের কথা ছেড়ে দিলেও আমাদের খাতের অল্পতম মূল উপাদান প্রোটিন আমরা সমুদ্রজল থেকে সংগ্রহ করে থাকি। গৃহপালিত পশুদের জন্যে আমিষ খাদ্য ও নানা ওষুধপত্র তৈরির উপাদানও সমুদ্র থেকে সংগৃহীত হয়। বিভিন্ন রকমের মাছ, তিমি, চিংড়ি, কঁকড়াজাতীয় প্রাণী, শামুক, গুলি ইত্যাদি মাছব সমুদ্র থেকে লাভ করে। বছরে কোটি কোটি টাকার তেল ও গ্যাস উৎপন্ন করা হয় সমুদ্র থেকে।

কৃষি-উন্নয়নেও সমুদ্রের দান অপরিমিত। সমুদ্রের জলে যে জোরার-তাটা খেলে, তা পৃথিবীর নদীগুলিকেও প্রভাবিত করে। সমুদ্র তার বিরাট জলসম্পদ, লবণসম্পদ ও সমুদ্রতলে ছড়ানো খনিজসম্পদও মাছবকে দান করছে। তাছাড়া সমুদ্রগর্ভ থেকে বিভিন্ন রাসায়নিক লবণ, সালফার, পটাশ, কিছু পরিমাণে ধাতব পদার্থ, আর সমুদ্র ও উপকূল থেকে কবলা ও আকরিক লোহ ইত্যাদি সামগ্রী আহৃত হবার ফলে মানব-সত্যতার অগ্রগতিতে উল্লেখযোগ্য সহায়তা হয়েছে। বিজ্ঞানীদের মতে আমাদের পরিচিত বড় রকম খনিজ পদার্থ আছে, তার সবচেয়ে বড় আকর হলো সমুদ্র।

সমুদ্র সম্পর্কে আমাদের সামান্য জ্ঞানই বধন এত রকম সম্পদের সন্ধান দিয়েছে, তখন তাকে

আরও পুঙ্খানুপুঙ্খভাবে জানতে পারলে বা জানি আরও কত সম্পদের সন্ধান মিলবে! সমুদ্রগর্ভের বিভিন্ন সম্পদ আহরণ করবার জন্যে চাই ভূ-তাত্ত্বিক সমীক্ষা, পুঙ্খানুপুঙ্খ অন্বেষণ ও শক্তিশালী প্রযুক্তিবিজ্ঞান। সমুদ্রতলের উদ্ভিদ বা জ্বালা ইত্যাদি থেকে প্রতিক্রিয়ক ওষুধপত্র তৈরির বিরাট সুযোগ, দুপ্রাপ্য জলজ উদ্ভিদ ইত্যাদি থেকে নৃতন ওষুধ তৈরির সম্ভাবনা—এসবের সন্ধানহাঁরের জন্যে চাই পারম্পরিক সহযোগিতার ভিত্তিতে বিজ্ঞানী সমাজের অনলস সাধনা। সমুদ্রগর্ভের রহস্য-সন্ধান ও তাকে মানবকল্যাণে নিয়োগের এই লক্ষ্য নিয়েই গড়ে উঠেছে বিজ্ঞানের এই আধুনিক শাখা—সমুদ্র-বিজ্ঞান বা Oceanography। অবশ্য এই বিজ্ঞান এখনও তার প্রাথমিক স্তরেই রয়েছে।

সমুদ্রচর্চার ইতিহাস

সমুদ্র সম্পর্কে জানবার জন্যে মানবমনের স্বাভাবিক অতীশ্রার প্রথম প্রকাশ দেখা যায় সমুদ্রযাত্রার মধ্যে। গত শতাব্দীতেও ইউরোপীয়েরা এরকম বহু জাহাজী অভিযান চালিয়েছেন। এই রকমেরই এক অভিযানে ডার্কইন তাঁর 'প্রাকৃতিক নির্বাচন তত্ত্ব' আবিষ্কার করেন।

আধুনিক কালে সমুদ্রের উপকূলবর্তী দেশগুলির বিজ্ঞানীদের আগ্রহে সমুদ্র-বিজ্ঞান গড়ে উঠেছে এবং এর পরিধি বিস্তৃত হয়েছে। তবে দু-তিন দশক আগেও পৃথিবীর সমুদ্র-বিজ্ঞানীদের সংখ্যা সীমিত হওয়ার বিজ্ঞানীরা সবাই সবার সঙ্গে বোগাবোগ রেখে কাজ চালাতে পারতেন। কিন্তু তারপর এই সংখ্যা ক্রমশঃ বর্ধিত হওয়ার বোগাবোগ রক্ষার জন্যে আন্তর্জাতিক সংগঠন গড়ে ওঠে। ইউরোপে কয়েকটি সংস্থা বিভিন্ন সমুদ্র-বিজ্ঞানীর সংগৃহীত তথ্যাদি বিনিময়ের মাধ্যমে সমুদ্রবিজ্ঞান গবেষণায় সাহায্য করে আসছে। এই রকমেরই একটি সংস্থা—Hydrographic Service of the International Council for the

Exploration of the Sea—1902 সাল থেকে কাজ করে আসছে। 1957-'58 সালে আন্তর্জাতিক ভূগর্ভস্থ-বিজ্ঞান বর্ষে সমুদ্র-বিজ্ঞানীদের তথ্যাদি বিনিময়ের সুসংগঠিত আন্তর্জাতিক প্রচেষ্টার জন্ম হয়। রাষ্ট্রপুঞ্জের UNESCO-এর অধীনস্থ একটি শাখা Oceanographic Commission রূপে সরকারী প্রচেষ্টার প্রচুর কাজ করছে, যথো আর্থ ওয়াশিংটনে সমুদ্রবিজ্ঞান তথ্যকেন্দ্র স্থাপিত হয়েছে। আমেরিকার বিভিন্ন দেশের প্রায় 1700 জাহাজ ভ্রাম্যমান স্টেশনরূপে সমুদ্র থেকে নানাবিধ নমুনা সংগ্রহ করেছে। রাষ্ট্রপুঞ্জের বাইরেও এই বিষয়ে নানা প্রতিষ্ঠান কাজ করছে; যেমন—International Hydrographic Organisation, Scientific Committee on Oceanic Research, International Association of Oceanic Biography, Commission of Marine Geology প্রভৃতি। বর্তমানে রাশিয়া, মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র, ব্রিটেন, জার্মানী, জাপান, ফ্রান্স, ক্যানাডা প্রভৃতি দেশ সমুদ্র-বিজ্ঞানে উন্নতি করেছে। সাম্প্রতিক কালে মার্কিন নৌবাহিনীর ব্যাধিক্রমার 'জিরেক্স'-এর আরোহী হয়ে ঐ বাহিনীর লেঃ ওয়ালশ ও ডক্টর পিকার্ড পশ্চিম প্রশান্ত মহাসাগরের প্রায় 11 কি. মি: গভীরে নেমেছিলেন, পরীক্ষার জন্তে। এত গভীরে এর আগে কেউ নামতে পারেন নি। সমুদ্রতলের অভ্যন্তরের ভূগর্ভ সম্পর্কে জানবার জন্তে সমুদ্রের তলদেশে ড্রিলের সাহায্যে গর্ত করার পরিকল্পনা নেওয়া হয়েছে। মার্কিন বিজ্ঞানীরা ইতিমধ্যেই প্রশান্ত মহাসাগরে একাধিক গর্ত করেছেন। রাশিয়াতেও এই ব্যাপারে ব্যাপক তোড়জোড় চলছে।

আন্তর্জাতিক সহযোগিতা

সমুদ্রবিজ্ঞান এমনই একটি বিজ্ঞান, যাতে একক প্রচেষ্টায় কোন দেশের উন্নতি বিশেষ সম্ভব

নয়। কারণ সমুদ্র বিশাল হবার কলে যে কোন একটি দেশের পক্ষে সেখানে সব রকম পরীক্ষা চালানো সম্ভব নয়। তাছাড়া একই সমুদ্র একাধিক দেশের সঙ্গে যুক্ত। সে জন্তে সমুদ্র-বিজ্ঞান প্রথম থেকেই মহাকাশ-বিজ্ঞানের মত প্রতিযোগিতামূলক না হয়ে আন্তর্জাতিক সহযোগিতার মধ্য দিয়ে অগ্রসর হচ্ছে। এই আন্তর্জাতিক প্রচেষ্টার সহায়তা করছে রাষ্ট্রপুঞ্জ। সমুদ্রের বিষয় গবেষণার রাজনৈতিক বাধা দূর করার জন্তে 1958 সালে জেনেভাতে সিদ্ধান্ত নেওয়া হয় যে, প্রত্যেক দেশের সমুদ্র-উপকূল থেকে 200 মিটার এলাকা বাদ দিয়ে বাইরের সমুদ্রে যে কোন দেশের বিজ্ঞানী স্বাধীনভাবে পরীক্ষা চালাতে পারবেন। সংশ্লিষ্ট দেশের বিজ্ঞানীরা অবশ্য ঐ সীমানার ভিতরে পরীক্ষা চালাতে পারেন।

সমুদ্রের উপকূলবর্তী দেশগুলির আগ্রহ সমুদ্র-বিজ্ঞানের অগ্রগতিকে হ্রাসিত করতে পারে। এই বিষয়ে তাই ভারতের গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রয়েছে। ভারতের উপকূল সংলগ্ন রয়েছে বঙ্গোপসাগর, আরব সাগর ও সুবিশাল ভারত মহাসাগর। ভারত মহাসাগরের অনেক সম্পদই এখনও অজ্ঞানাবৃত রয়েছে। 1960 সালে অনুষ্ঠিত আন্তর্জাতিক সমুদ্র-বিজ্ঞানিক সম্মেলনে ভারত মহাসাগরে 1960 থেকে 1964 সাল পর্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ সামুদ্রিক গবেষণা চালাবার পরিকল্পনা নেওয়া হয়েছিল। তাছাড়া নিজস্ব উন্নতির খাতিরেও ভারতের সমুদ্র-বিজ্ঞান গবেষণার অগ্রগতি হওয়া উচিত।

মহাকাশ-বিজ্ঞান ও সমুদ্র-বিজ্ঞান

মহাকাশ-বিজ্ঞান সমুদ্র-বিজ্ঞানকেও নানাতাবে সহায়তা করছে। বোয়ামাগ ও আবহবিজ্ঞান—এই দুটি শাখার মাধ্যমেই সমুদ্র-বিজ্ঞান লাভবান হচ্ছে। 1965 সালের অগস্ট মাসে জেমিনি-5 মহাকাশযানে ভূপরিব্রমণে ডক্টর মার্কিন

মহাকাশচারী কুপার ও কনরাড মহাকাশ থেকে সমুদ্রতলে অবস্থানরত আর একজন মার্কিন মহাকাশচারী কার্পেন্টারের সঙ্গে বেতারযোগে কথাবার্তা বলেন। উনিশ-শ' বাষট্টি মহাকাশচারী কার্পেন্টার উনিশ-শ' পরবর্ত্তিতে প্রশান্ত মহাসাগরের ২০৫ ফুট নীচে নেমে একটি ক্যাপশুলে আরও কয়েকজনের সঙ্গে তিরিশ দিন বসবাস করেন—মানবদেহের উপর সমুদ্রজলের তাপ ও চাপ ইত্যাদির প্রতিক্রিয়া পরীক্ষার জন্তে। সমুদ্রের অভ্যন্তরের পরিবেশ বর্ণনা করতে গিরে কার্পেন্টার বলেছেন—অসম্ভব, অবিখ্যাত অন্ধকার। জলের উষ্ণতা মাত্র ৫০ ডিগ্রি ফারেনহাইট এবং বিশেষভাবে তৈরি রবারের পোষাক পরে থাকা সত্ত্বেও শীতের প্রভাবে ভীষণ কাঁপুনি লাগে। তবে দু'-তিন দিনে এই অবস্থা সয়ে যায়।

সমুদ্রের আবহাওয়ার অভিযাত্রীদের প্রত্যেকেরই হঠাৎ মাথা ধরবার উপসর্গ দেখা দিত। কেউ কেউ হঠাৎ অস্তমনস্ক হয়ে যেতেন, কেউ বা কথা বলবার সময় মুক্তি খুঁজে পেতেন না। যদিও তাঁরা সমুদ্রের উপরের পৃথিবীতে সবাই মুক্তিবাণী মাহুয। রাত্রিতে হঠাৎ সারা শরীর বেমে উঠতো আর ঘুম ভেঙে যেত। এই সমুদ্রবাস থেকে কার্পেন্টার এই সিদ্ধান্তে আসেন যে, সমুদ্রগর্ভে বসবাস করা সম্ভব।

কিন্তু এতো গেল মহাকাশচারীর প্রত্যক্ষ অভিজ্ঞতার কথা। পরোক্ষভাবেও মহাকাশ অভিযান থেকে সমুদ্রবিজ্ঞা নানাতাবে উপকৃত হচ্ছে। সামুদ্রিক আবহাওয়া লোকালয়ের উপর গভীর প্রভাব বিস্তার করে থাকে। সমুদ্রের উপরের যেণ ও আবহমণ্ডল সম্পর্কে কৃত্রিম উপগ্রহের সাহায্যে নানা তথ্য সংগ্রহ করা হয়েছে এবং হচ্ছে। এর কলে সমুদ্র সম্পর্কে আমাদের জ্ঞান ক্রমশঃ বাড়বে ও সমুদ্রসম্পর্কিত প্রাকৃতিক ঘটনাবলীর কার্য-কারণ দ্বন্দ্ব ও সাধারণ নিয়মাবলী উদ্ঘাটন

করে সে সব ঘটনা আমরা নিরূপণ করতে পারবো। সামুদ্রিক ঝড়ের পূর্বাভাস দিয়ে কৃত্রিম উপগ্রহ একাধিক ক্ষেত্রে জীবন ও সম্পত্তি রক্ষা করেছে।

সমুদ্র থেকে মৎস্য-আহরণের ব্যাপার বর্তমানে একটি বিরাট বাণিজ্যে পরিণত হয়েছে। এই ব্যাপারেও কৃত্রিম উপগ্রহ মাহুযকে সাহায্য করে থাকে। মহাসাগরের গভীরে কোথায় মাছের ঝাঁক ঘুরে বেড়াচ্ছে, তা কয়েক মিনিটের মধ্যেই একটি কৃত্রিম উপগ্রহ বলে দিতে পারে। অবলোহিত রশ্মিরে ফটোগ্রাফির সাহায্যে মাছ ও জলজ উদ্ভিদবাহী শ্রোত ও অন্ত্র শ্রোতের মিলন সীমান্ত এবং মাছের দেহ থেকে নির্গত তেল কৃত্রিম উপগ্রহের চোখে—এমন কি, রাত্রিবেলাতেও স্পষ্ট ধরা পড়ে। সমুদ্রগর্ভে বা সমুদ্রতলেরও নীচে কোন তৈল বা গ্যাসবাহী স্তর থাকলে তা কৃত্রিম উপগ্রহের সাহায্যে তোলা কটোর সাহায্যে ধরা যায়। সমুদ্রের মানচিত্র রচনার কাজেও এ কটো খুব ভাল কাজ দেয়। আর সমুদ্রের লুকানো বরফপিণ্ড ইত্যাদি সম্পর্কে কৃত্রিম উপগ্রহ সচেতন করে দিলে সমুদ্রযাত্রা আরও নিরাপদ হয়।

তাছাড়া মহাকাশের অজানা পরিবেশে পরীক্ষার জন্তে নির্মিত বিভিন্ন তাপ-চাপ সহনক্ষম মহাকাশযানের বস্তুগলিকে মহাসমুদ্রের বিভিন্ন তপ-চাপের পরিবেশে গবেষণার জন্তেও ব্যবহার করা যেতে পারে। রাশিয়ার সাম্প্রতিক চাত্র-যান লুনোখোদ সম্পর্কে জর্নৈক রুশ বিশেষজ্ঞ একথা বলেছেন।

উপসংহার

সমুদ্র-বিজ্ঞান একটি নূতন বিজ্ঞান এবং এর সাধনে রয়েছে বিরাট সম্ভাবনা। সমুদ্র সম্পর্কে মাহুযের বিস্তৃত জ্ঞান তার জীবনকে আরও সুখ-সমৃদ্ধিতে ভরে তুলবে সন্দেহ নেই। সামুদ্রিক

ঝড়ঝাড়া। যদি মানুষ নিয়ন্ত্রণ করতে পারে, তবে মহাসাগরের বিরাট এলাকা জুড়ে শান্ত আবহাওয়া বিরাজ করবে, কলে বিমান ও জাহাজ চলাচল ও বেতার যোগাযোগ ব্যবস্থা নির্বিঘ্ন হবে। সমুদ্রতলের অনেক অনাবিষ্কৃত সম্পদ হরতো আবিষ্কৃত হয়ে মানুষের দৈনন্দিন জীবনের আরও অনেক চাহিদা মেটাবে, তৈরি হবে নানারকম শক্তিশালী ওষুধ। গভীর সমুদ্রে যে সব আলোক-উদ্ভাসী মাছ আছে, তাদের সম্পর্কে জ্ঞানলাভ করে মানুষ হরতো পৃথিবীতেই জৈব আলো ব্যবহারোপযোগী করতে পারবে।

কিন্তু এই উজ্জল সম্ভাবনার একটি নেতিবাচক দিকও আছে। বিভিন্ন দেশ নিজের রাজ-নৈতিক স্বার্থে সমুদ্রের অপব্যবহার করছে।

সমুদ্রগর্ভে পারমাণবিক বিস্ফোরণ ঘটাবার কলে, তেজস্ক্রিয় পদার্থ সমুদ্রজলকে দূষিত করছে। তাছাড়া নানারকম আবর্জনা ও কীটনাশক পদার্থ সমুদ্রজলে ফেলার ক্রমশঃ সমুদ্রজল বিষাক্ত হয়ে পড়ছে। এর কলে সমুদ্র থেকে খাদ্যশস্য ও লবণ সংগ্রহ করা বিপজ্জনক হয়ে পড়ছে। তাই নানা অনাবিষ্কৃত শুভ কল, সম্ভাব্য ওষুধ ও রক্তরাজি—সমুদ্রমহনের এই অমৃতের অধিকার লাভ করবার জন্তে যেমন বিজ্ঞানকে অনলস প্রচেষ্টা চালাতে হবে, তেমনই নানা অনাবিষ্কৃত অশুভ কল, মহাসাগরের দূরন্ত ঝটিকার তাণ্ডব-লীলা ও সমুদ্রজলের বিষাক্ত প্রতিক্রিয়া—সমুদ্র-মহনের এই বিষকে ধারণ করবার সামর্থ্যও বিজ্ঞানকে অর্জন করতে হবে।

প্রাচীন মৌর্য যুগের নগর-বিজ্ঞান

শ্রীঅবনীকুমার দে*

পাটলীপুত্র

চন্দ্রগুপ্ত মৌর্যের যুদ্ধার পর তাঁহার পুত্র বিন্দুসার এবং বিন্দুসারের পর অশোক মগধের রাজা হন। বিবিধসারের পুত্র অজাতশত্রু শোণ ও গঙ্গানদীর সঙ্গমস্থলে যে প্রাচীন পাটল নগর তৈরি করেছিলেন, তা কি তাবে ক্রমে ক্রমে সম্প্রসারিত হয়ে সম্রাট অশোকের সময়ের রাজধানী পাটলীপুত্রে পরিণত হয়েছিল, তার বিবরণ পাওয়া যায় না।

সেলুকাসের গ্রীক দূত মেগাস্থিনিস চন্দ্রগুপ্ত মৌর্যের রাজধানী পাটলীপুত্র শহরে (আধুনিক পাটনা) দীর্ঘকাল বাস করেছিলেন। মেগাস্থিনিস তারতবর্ষ সম্বন্ধে একখানি বই লিখেছিলেন। মূল বইখানি এখন আর পাওয়া যায় না। কিন্তু প্রাচীন লেখকেরা সেই বই থেকে অনেক

বিবরণ নিজেদের লেখা বইয়ে উদ্ধৃত করেছেন। এই সব বিবরণ থেকে প্রাচীন পাটলীপুত্র শহরের ঐর্ষ্য ও সৌন্দর্যের কিছু আভাস পাওয়া যায়।

তদানীন্তন ভারতবর্ষের এই সর্বপ্রধান শহরটি হিরণ্যবতী (আধুনিক শোণ) ও গঙ্গার সঙ্গমস্থলে অবস্থিত ছিল। পাটলীপুত্র শহর দৈর্ঘ্যে নদীতীর বরাবর প্রায় দশ মাইল প্রসারিত ছিল। শহরটি প্রস্থে ছিল প্রায় দেড় মাইল বিস্তৃত। নদীর বায় বরাবর বাঁধ নির্মিত ছিল। শহরের চারদিকে অন্ন দূর অন্তর অবস্থিত পর পর তিনটি ইট-বাধানো জলপূর্ণ পরিধা ছিল। রাজধানীর প্রাচীর ছিল জুড়ত ও কাঠনির্মিত।

* নগর ও আঞ্চলিক পরিকল্পনা বিভাগ, মেজল ইঞ্জিনিয়ারিং কলেজ, শিবপুর।

শহর-প্রাচীরের মধ্যে চৌমুটি বৃহৎ তোরণ-
দ্বার ও তাহের উপর ছুটুচ বুরুজ ছিল।
প্রধান দ্বারগুলির মধ্যে মধ্যে প্রাচীরে কয়েক
শত ছোট ছোট দরজাও ছিল। শহরের কেন্দ্র-
স্থলে রাজপ্রাসাদ অবস্থিত ছিল। প্রাসাদের
চারদিক স্তম্ভের বাগান ও বনভূমি দিয়ে ঘেরা
ছিল। বাগানে ছিল বহু কোরালা ও মাছপূর্ণ
পুকুরিণী। প্রাসাদের তন্তগুলি ছিল সোনার
পাত দিয়ে মোড়া এবং তার উপর সোনা-
রূপার কারুকার্যকরা পাখী ও লতাপাতার
নক্সা দিয়ে অলঙ্কৃত। সিংহাসন, বহুল্য প্রস্তর-
শচিত ও সোনা, রূপা ও তামার তৈরি বড় বড়
পাত্র এবং অস্ত্রাস্ত্র জাঁকজমকপূর্ণ আসবাবপত্র
দিয়ে প্রাসাদ অসজ্জিত ছিল।

আধুনিক পাটনা শহরের কাছে বুলন্দিবাগে
ঐতিহাসিক খননকার্যের কালে পাটলীপুত্র শহরের
কার্ঠের বেড়ার কিছু অংশ ও কার্ঠের তক্তার
দ্বারা তৈরি ভূদানরূপ পথের নিদর্শন পাওয়া গেছে।
এই জায়গা থেকে কিছু দক্ষিণে আধুনিক কুমরাহার
গ্রামেও ঐতিহাসিক খননকার্য করে অসমঞ্জস-
ভাবে বিস্তৃত কয়েকটি ভবনের ভিতের নিদর্শন
পাওয়া গেছে। মনে হয় এই তন্তগুলি প্রাচীন
রাজপ্রাসাদের ভিতরে অবস্থিত একটি হলঘরের
মধ্যে ছিল। মেগাস্থিনিসের বিবরণ থেকেও এই
রকম একটি হলঘরের বর্ণনা পাওয়া যায়। এই
সব নিদর্শন থেকে প্রাচীন পাটলীপুত্র শহরের
অবস্থান অন্বেষণ করা যায়। প্রাচীন শহরের
আকৃতি বা রাস্তা-ঘাট বিজ্ঞানের আর কোনও
নিদর্শন এখন পাওয়া যায় না। বিগত প্রায়
আড়াই হাজার বছরের মধ্যে এই জায়গা থেকে
নদীও উত্তরে এবং পূর্বে এখন এক নাইলেরও
বেশী ঘুরে সরে গেছে।

কৌটিল্যের অর্থশাস্ত্র

খ্রীষ্টপূর্ব চতুর্থ শতকে সম্রাট চন্দ্রগুপ্তের সমকালীন
চারণ্য বা কৌটিল্য নামে ভক্তলীলার এক কুট-

বুদ্ধি আদর্শ পণ্ডিত 'অর্থশাস্ত্র' রচনা করেন।
এই গ্রন্থের রচনাকাল সম্বন্ধে পণ্ডিতদের মধ্যে
মতভেদ আছে। বাহোকে, অর্থশাস্ত্রে তদানীন্তন
গ্রাম ও নগর পরিবেশ বীতিসম্মত যে সব বিবরণ
দেওয়া আছে, সেগুলি সংক্ষেপে বর্ণনা করা
হলো।

গ্রামে কেবলমাত্র কুটিরই থাকতো। নগরে
বা শহরে বস্ত্র, সেতু, বিভিন্ন প্রকারের রাস্তাঘাট,
হ্রদ, প্রমোদ-উদ্যান, গৃহ, সৌর ইত্যাদি থাকতো।

এই সময়ের আগেই রাজ্য পরিচালনার
জন্মে শাসন-কেন্দ্রে, বাণিজ্যের জন্মে বন্দরে ও
বাণিজ্যকেন্দ্রে এবং ধর্মীয়ষ্ঠানের জন্মে তীর্থস্থানে
নানা রকমের নগর গড়ে উঠেছিল। এই নগর-
গুলি সাধারণতঃ পরিধা, প্রাকার ও প্রাচীর
দিয়ে ঘেরা থাকতো।

অর্থশাস্ত্রের মতে, প্রথমে নগরের জন্মে স্থান
নির্বাচন করার পর নগর সীমানার চারদিকে
গভীর পরিধা খনন করতে হবে এবং এই পরিধা-
কাটা মাটি দিয়ে বস্ত্র তৈরি করতে হবে। সম-
কেন্দ্রিকভাবে এই রকম একাধিক পরিধা খনন
করা যেতে পারে। পরিধা ৬০ ফুট থেকে ৪৪
ফুট চওড়া এবং এই গ্রন্থের ১ থেকে ২ অংশ
গভীর হবে। ইট বা পাথর দিয়ে পরিধার
দ্বার দাঁধাতে হবে। পরিধা জলপূর্ণ করে রাখা
হতো, কিন্তু প্রয়োজনমত এই জল বদল করবার
কোন রকম বন্দোবস্ত ছিল না।

পরিধাগুলির মধ্যে শহরের দিকের সবচেয়ে
ভিতরের পরিধা ও তার বস্ত্রের মধ্যে ২৪ ফুট
পরিমাণ চওড়া জমি ছেড়ে রাখতে হবে।
বস্ত্রের মাথ উপরের দিকে ৭২ ফুট চওড়া
এবং উচুর দিকে হবে ৩৬ ফুট। বস্ত্রের
উপর ইট বা পাথর দিয়ে উচু নগর-প্রাচীর
তৈরি করা হবে। সহজেই কার্ঠে আশ্রয় লেগে
বাবার সন্ধাননা থাকার নগর-প্রাচীর কখনই
কাঠ দিয়ে তৈরি করা হবে না। প্রাচীর ১৪

ফুট থেকে 36 ফুট চওড়া এবং 36 ফুট থেকে 72 ফুট উচ্চ হবে। তীর নিক্ষেপ করবার জন্তে প্রাচীরের মধ্যে অনেক গর্ত থাকবে এবং প্রাচীরের উপর অনেকগুলি ছোট ছোট গম্বুজ বা ঘর থাকবে। প্রাচীরের উপর 180 ফুট দূরত্ব অন্তর বর্গাকার পর্ববেষণ বুরুজ থাকবে। প্রাচীরের মধ্যে সুবিধাজনক জায়গায় নগরের ভিতর লোকজনের বাতারাতের জন্তে বারোটি প্রবেশদ্বার থাকবে। এইগুলির মধ্যে চারটি হবে প্রধান প্রবেশদ্বার। প্রধান প্রবেশদ্বার 30 ফুট থেকে 48 ফুট পর্বত চওড়া হতে পারে এবং এদের উচ্চতা প্রস্থের $1\frac{1}{2}$ থেকে $1\frac{1}{2}$ গুণ হবে। প্রবেশদ্বারের উপর গোপূরম (উচু মাটির টিবিব আকারে) থাকবে। এর ভিতরে সিঁড়ি থাকবে এবং তীর নিক্ষেপ করবার জন্তে দেয়ালে ছোট ছোট গর্ত থাকবে।

মহাদ্বারের একদিকে মহাদ্বারাদ্বীপ বা নগর-পালের কর্মচারী ও দ্বাররক্ষীদের বাসগৃহ থাকতো এবং অপরদিকে থাকতো শুদ্ধাধ্যক্ষের দপ্তর ও শুদ্ধশালা। নগরের ভিতরে আসবার ও বাইরে যাবার সময় দ্বারপাল প্রত্যেককে জিজ্ঞাসাবাদ করতেন। আগন্তুকদের সূত্র বা পাস-পোর্ট দেখাতে হতো।

Grid-iron বা Chess board বা দাবার হকের আকৃতিতে নগরের রাস্তা-ঘাট বিভাজন করতে হবে। নগরের মধ্যে পূর্ব-পশ্চিমদুই তিনটি ও উত্তর-দক্ষিণদুই তিনটি দীর্ঘ রাজপথ থাকবে। প্রশস্ত প্রধান প্রধান পথ ছাড়াও ছোট ছোট অনেক পথ থাকবে। প্রধান প্রধান রাস্তাগুলি নগর-প্রাচীরে গিয়ে শেষ হবে এবং এদের শেষে নগর-প্রাচীরে থাকবে প্রবেশদ্বার। বিভিন্ন প্রয়োজনে ব্যবহারের জন্তে রাস্তাগুলির বিভিন্ন নাম ছিল, যথা—দেবপথ, মহাপথ, রাজপথ, রাজমার্গ, রথ্য এবং চর্ব। কোন কোন প্রকার রাস্তা দিয়ে কেবলমাত্র রথ চলাচল

করতে দেওয়া হতো এবং কোন কোন প্রকার রাস্তা কেবলমাত্র পতঙ্গের জন্তে নির্দিষ্ট থাকতো। পথচারীদের রাস্তাসংলগ্ন ফুটপাথ ব্যবহার করতে হতো।

নগরের কেন্দ্রস্থলে থাকবে রাজপ্রাসাদ ও মন্দির। সমগ্র দুর্গের $\frac{1}{8}$ অংশ জুড়ে থাকবে রাজপ্রাসাদ। রাজপ্রাসাদের চারদিকে থাকবে চার বর্ণের লোকজনের বাসগৃহ। প্রাসাদের উত্তর দিকে রাজবংশের শিকাগুরু, পুরোহিত ও মন্ত্রীদের বাসস্থান নির্দিষ্ট থাকবে। প্রাসাদের পূর্বদিকে থাকবে স্নগচ্ছিত্রব্যের ব্যবসারী ও কুশলী কারিগর এবং ক্ষত্রিয়দের বাসস্থান। নগরপাল, সৈন্যধ্যক্ষ, বাণিজ্য ও শিল্প তত্ত্বাবধায়ক, সঙ্গীতজ্ঞ এবং বৈজ্ঞানিক প্রাসাদের দক্ষিণ দিকে বাস করবেন। শূদ্রেরা প্রাসাদের পশ্চিম দিকে বাস করবেন। শ্রমিকদের বাসস্থান নগরের কোণার দিকে নির্দিষ্ট করতে হবে। নগরে রাজকর্মচারীদের অধিকরণ, বিচারালয়, নগররক্ষকের দপ্তর ইত্যাদি থাকবে। কোবাগারের প্রধান অংশ মাটির উপরে থাকবে ও ইট দিয়ে তৈরি হবে। এই ইमारতের তিন তলার মত অংশ মাটির নীচে থাকতো। মাটির নীচের এই অংশের বাইরের দেয়াল এবং সবচেয়ে নীচের তলার দেয়াল বড় বড় পাথরের খণ্ড দিয়ে তৈরি হতো। আর ভিতর দিকের অংশ কাঠ দিয়ে তৈরি হতো। অস্ত্রাগার এবং কয়েদখানা ও কোবাগারের মত একই পদ্ধতিতে তৈরি হতো।

সাধারণ গৃহগুলিও সময় সময় পরিবার দ্বারা সুরক্ষিত থাকতো। বাড়ীর দেয়াল ইট দিয়ে তৈরি করা হতো। বাড়ীতে প্রবেশদ্বার ও ভূ-গর্ভস্থ স্নড়কপথ থাকতো। সুনিয়ন্ত্রিত বিধি অল্পবালী ও স্বাভ্যাসমতভাবে গৃহগুলি পরিকল্পিত ও নির্মিত হতো। কেউ এই সকল নিয়মাবলী লঙ্ঘন করলে সরকার কর্তৃক দণ্ডনীয় হতেন।

মর্দমের ব্যবস্থা রাখা, মরলা ও আবর্জনা ফেল-
বার জন্তে নির্দিষ্ট স্থান ছেড়ে রাখা, পাশাপাশি
ছুটি বাড়ীর মাঝে ছেড়ে রাখবার জন্তে খোলা
জমির পরিমাণ, ঘরের মধ্যে বাতাস চলাচল
করবার ব্যবস্থা রাখা ইত্যাদি বিষয়ে পৌরসংস্থার
উপবিধি বলবৎ ছিল।

সাধারণ বাড়ীতে দুটি পাশাপাশি ঘরের
মাঝের দেয়াল বাঁশ দিয়ে তৈরি করা হতো। বাঁশের
সঙ্গে শর ও খড় একসঙ্গে ঘনভাবে বরন
করে সংযুক্ত করা হতো এবং সর্বশেষে তার
উপরে কাঁদার প্রলেপ বা প্রাণ্টার করা হতো।

নগরের মধ্যে বিভিন্ন পল্লীতে মাঝে মাঝে
দোকান, বাজার ইত্যাদির স্থান নির্দিষ্ট থাকতো।
যে কোম লোক ইচ্ছামত যে কোম স্থানে
দোকান খুলতে বা কোন রকম ব্যবসা-বাণিজ্য
শুরু করতে পারতো না, এর জন্তে পণ্যাধ্যক্ষের
অনুমতি নিতে হতো। এই থেকে দেখা
যায় যে, আধুনিক নগর-পরিকল্পনা রীতির
জ্ঞান প্রাচীন মৌর্য যুগেও নগরের মধ্যে
দোকান, বাজার বা ব্যবসা-বাণিজ্যের
জন্তে ব্যবহারের এলাকা (Zone) নিয়ন্ত্রণ করা
হতো।

প্রাণ্টিকের কথা

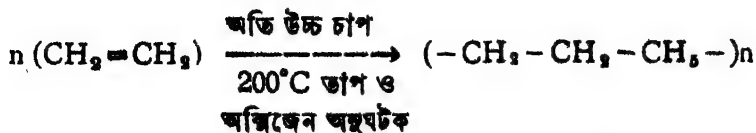
মনমোহন ঘোষ

প্রাণ্টিক বিশেষ একটি রাসায়নিক পদার্থের নাম
নয়। প্রাণ্টিক বলতে কতকগুলি বিশেষ ধর্মবিশিষ্ট
একশ্রেণীর জৈব যৌগকে বোঝায়; অর্থাৎ প্রাণ্টিক
শব্দটা একটি রাসায়নিক জাতীর পদার্থের সাধারণ
নাম, যেগুলি একটি বিশেষ পর্যায়ে তাপে নমনীয়,
কিন্তু সাধারণ অবস্থায় দৃঢ়। কাচের মত প্রাণ্টিকও
আজ তৈরি হচ্ছে—ওজনে হালকা কিন্তু প্রয়োজনানু-
সারে ভারীও করা যায়। কোন তেল, অ্যাসিড
বা কার্বনের সংস্পর্শে প্রাণ্টিক অবিকৃত থাকে;
ডাছাড়া প্রাণ্টিক তাপ ও বিদ্যুৎ-অপরিবাহী।
এর আরও সুবিধা এই যে, প্রয়োজনানুসারে মূল
প্রাণ্টিকজাতীর পদার্থের সঙ্গে ফিলার অথবা
প্রাণ্টিসাইজার নামক বিশেষ কতকগুলি সাহায্য-
কারী পদার্থ মিশিয়ে অথবা যে রাসায়নিক
বিক্রিয়ার প্রাণ্টিক তৈরি হয়, তাকে বিশেষভাবে
নিয়ন্ত্রিত করে ইচ্ছামত প্রাণ্টিকের গুণ ও ধর্ম
পরিবর্তিত করা যায়। প্রাণ্টিকজাতীর পদার্থের

মুতা থেকে তৈরি পোষাক-পরিচ্ছদও এখন
খুবই প্রচলিত। তাপ ও চাপের প্রভাবে প্রাণ্টিকের
এই নমনীয়তার জন্তে সেগুলিকে বিশেষ
পর্যায়ে ছাঁচে ফেলে যে কোন আকার দেওয়া যায়।
তাপ ও চাপের প্রভাবে প্রাণ্টিকের নমনীয়তার
ভিত্তিতে সেগুলিকে ছ-ভাগে ভাগ করা হয়।
এক শ্রেণীর প্রাণ্টিক, যেগুলি তাপ ও চাপের প্রভাবে
নমনীয় হয়, ঠাণ্ডা হলে শক্ত হবার পর সেগুলিকে
পুনরায় তাপ ও চাপে নমনীয় করে বার বার
ব্যবহার করা যায়—সেগুলিকে থার্মোপ্রাণ্টিক বলে।
আর এক শ্রেণীর প্রাণ্টিক তাপ ও চাপে একবার
মাত্র নমনীয় হয়; অর্থাৎ বিশেষ আকৃতিতে
এগুলি একবার ঠাণ্ডা হয়ে শক্ত হবার পর তাদের
আর তাপের প্রভাবে নমনীয় করা যায় না।
সেগুলিকে থার্মোসেটিং প্রাণ্টিক বলে। সংশ্লেষণী
রাসায়নের বিরাট অবদান এই প্রাণ্টিক—শৃঙ্খলাকারে
অবহিত যুহৎ অপর যৌগ। যে প্রক্রিয়ার এই যুহৎ

অণুশৃঙ্খল গঠিত হয়, ৰাসায়নিক বিচাৰে সেউলি দুটি ভাগে বিভক্ত। একটি হচ্ছে পলিমারাইজেশন, যে বিক্ৰিয়াৰ ক্ষুদ্র অণু ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়াৰ কলে

কিছুটা পৰিৱৰ্তিত হয়ে নূতন ৰূপে পৰস্পৰ শৃঙ্খলাকাৰে জুড়ে যায়—যেমন পলিথিন প্লাষ্টিকের ক্ষেত্রে—একটি ইথিলিন অণু নিৰৱৰণে শৃঙ্খলাবদ্ধ হয়।



অপরটির নাম কণ্ডেনসেশন পলিমারাইজেশন। এই বিক্ৰিয়াৰ দুটি ক্ষুদ্র অণু ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়াৰ এক অণু জল অপসারিত করে যে নূতন অণু সৃষ্টি করে, সেই নূতন অণু পৰস্পৰ শৃঙ্খলাকাৰে জুড়ে গিয়ে একটি বৃহৎ-অণুৰ প্লাষ্টিক তৈরি করে। উদাহরণস্বরূপ নাইলন প্রস্তুতির কথা বলা যেতে পারে। এখানে অ্যাডিপিক অ্যাসিড ও হেপ্তা-মিথিলিন ডাইঅ্যামিন প্যারস্পৰিক বিক্ৰিয়াৰ যে মধ্যবর্তী যৌগ তৈরি করে, সেটাই এক অণু জল অপসারিত করে বৃহৎ নাইলন অণুশৃঙ্খলের একটি অণু তৈরি করে

বদিও ৰসায়নবিদদের সঙ্গে প্লাষ্টিকের পরিচয় ঘটেছিল অনেক আগেই, কিন্তু সাধাৰণের সঙ্গে এর পরিচয় ঘটবার প্রথম সূযোগ করে দেন বেলজিয়ামের ৰসায়নবিদ ডক্টর এল. ডব্লিউ. বেকল্যাণ্ড। তাঁর বৈজ্ঞানিক জীবন কাটে আমেরিকায়। তিনিই 1908 সালে প্লাষ্টিক শিল্পের গোড়াপত্তন করেন। কাৰ্বনিক অ্যাসিড, কৰ্ম্যালডিহাইডের জলীয় দ্রবণ কৰ্ম্যালিনের সঙ্গে মিশিয়ে তাতে অহুঘটক হিসাবে সামান্য অ্যামোনিয়া দিয়ে উদ্ভূত করেন। এই ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়াৰ দুটি স্তরের সৃষ্টি হয়, তন্মধ্যে একটি জল ও অন্যটি হালুদ রঙের একটি আঠালো পদাৰ্থ। এই আঠালো পদাৰ্থটিই হলো বেকল্যাণ্ডের তৈরি প্রথম প্লাষ্টিক, যা শিল্পজগতে তাঁর নামানুসারে বেকেলাইট নামে পরিচিত। একক ভাবে কিনল অথবা কৰ্ম্যালডিহাইডের কথা চিন্তা করলে প্লাষ্টিক আমাদের ঘরোয়ারও বাইরে, কিন্তু তাহেই সংনিজনে যে বিশেষ প্রক্ৰিয়াৰ এই

নতুন পদাৰ্থটি আমাদের সামনে হাজির হলো, সেটাই ৰসায়নবিদের কৃতিত্ব। ফিলার হিসাবে তুলার ছাঁট অথবা কাঠের খুঁড়া মিশিয়ে এই বেকেলাইট আজ নানাতাবে ব্যবহৃত হয়, বধা—বৈদ্যুতিক সাজসজ্জা, টেলিফোন বক্স, ছুরির বাট, বোতাম ইত্যাদি। বৰ্তমানে অবশ্য প্রায় সমস্ত কিনলিক পদাৰ্থ ও অ্যালডিহাইডিক পদাৰ্থ মিশিয়ে এবং অহুঘটক হিসাবে সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করে বেকেলাইটজাতীয় প্লাষ্টিক তৈরি করা হয়। এগুলি সাধাৰণতঃ উত্তাপে গলে না এবং সাধাৰণ কোন জ্বালকে জ্বলিত হয় না। এই বিশেষ গুণের জন্তে জীবজন্তুর হাড় ও এবোনাইটের তৈরি জিনিষপত্রে আজকাল এই বেকেলাইট-জাতীয় প্লাষ্টিক ব্যবহার করা হয়।

আর একটি ষাৰ্মোসেটিং প্লাষ্টিক 1929 সালে ইউরিয় ও কৰ্ম্যালডিহাইডের বিক্ৰিয়াৰ আমেরিকায় প্রথম তৈরি হয়। এর একটি বিশেষ গুণ হচ্ছে এই যে, এটি কাচের মত কঠিন ও স্বচ্ছ। কিন্তু কাচের মত কতকগুলি গুণ থাকে সত্ত্বেও একে কাচের বদলে ব্যবহার করা গেল না। কারণ এই জাতীয় প্লাষ্টিক ঠাণ্ডা হবার সঙ্গে সঙ্গে স্ফোচনের টান সহ করতে না পেয়ে কেটে যায়। বৃটিশ বিজ্ঞানী রোসিটার ইউরিয় [CO(NH₂)₂] বদলে ষাৰ্মোসেটিং [CS(NH₂)₂] ব্যবহার করে এই সমস্যার সমাধান করেন, কিন্তু এর স্বচ্ছতা নষ্ট হলো। পরবর্তী পৰ্যায় ইউরিয় ও ষাৰ্মোসেটিং মিশ্রণের সঙ্গে কৰ্ম্যালডিহাইডের বিক্ৰিয়া ঘটবে আরও উন্নত ৰূপের প্লাষ্টিক তৈরি করা হয়। এই মিশ্র

প্লাষ্টিক কাচের মত স্বচ্ছ, বর্ণহীন এবং একে নানা রঙে রঞ্জিত করা যায়।

পারপেনেক্স—কাচ তৈরির প্রধান উপাদান সিলিকা ও সোডা বিন্দুমাত্র ব্যবহার না করেই সম্পূর্ণ জৈব উপাদানে গঠিত কাচের মত স্বচ্ছ একটি নতুন প্লাষ্টিকজাতীয় পদার্থের (পারপেনেক্স) উদ্ভাবন করেন ইংল্যান্ডের ইম্পিরিয়াল কেমিক্যাল ইণ্ডাস্ট্রির রসায়নবিদগণ। মিথাইল মিথাক্রাইলেটে নামক একটা জটিল জৈব যৌগ থেকে এই প্লাষ্টিক জাতীয় পদার্থটি তৈরি করা হয়। এর ব্যবসায়িক নাম পারপেনেক্স। আমেরিকার এটি লুসাইট নামেও পরিচিত। ষাঠোপ্লাষ্টিক বলে একে কাচের মত একাধিক বার ছাঁচে বেলা যায়। সাধারণ কাচ আঘাতে ভেঙ্গে গেলে তার টুকরা যেমন বিগল্জনক হতে পারে, এর ক্ষেত্রে সে তর নেই। কাচের চেয়ে হালকা কিন্তু সমান মোটা কাচ অপেক্ষা এর কাঠিন্য ও দৃঢ়তা অনেক বেশী। এর কাঠিন্য এত বেশী যে, বুলেটও এতে প্রতিহত হয়। এসব গুরুত্বপূর্ণ গুণের জন্তে পারপেনেক্স আজ অনেক ক্ষেত্রেই অপরিহার্য হয়ে উঠেছে।

সেলুলয়েড—বিজ্ঞানী জন ওয়েলেসলি হার্যাট ১৮৬৯ সালে জীবজন্তুর হাড়ের মত সাদা ও শক্ত এক রকম নতুন ধরনের প্লাষ্টিকজাতীয় পদার্থ আবিষ্কার করেন। নাইট্রোসেলুলোজ থেকে তৈরি এই প্লাষ্টিকজাতীয় পদার্থটিই বর্তমানে সেলুলয়েড নামে পরিচিত। নাইট্রোসেলুলোজ একটি অতি বিক্ষোভক পদার্থ, তাই আংশিক নাইট্রোটেড সেলুলোজ (যাকে পাইরোকজিলিনও বলা হয়) অ্যালকোহলে গুলে তার সঙ্গে প্লাষ্টিনাইজার হিসাবে কর্পূর মিশিয়ে ও প্রয়োজন অনুসারে বিভিন্ন রং মিশিয়ে উত্তপ্ত করলে মিশ্রিত রঙে রঞ্জিত সেলুলয়েড তৈরি হয়। সেলুলয়েড ষাঠো-প্লাষ্টিকধর্মী—তাই সেলুলয়েডের তৈরী অকেজো ও পরিত্যক্ত জিনিষ পুনরায় গুলিয়ে নতুন জিনিষ তৈরি করা যায়। হাতীর পাঁজের বিকল হিসাবে

অনেক ক্ষেত্রে এই সেলুলয়েড ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া ছুরির বাঁট, সাবানদানী ও বহুবিধ নিত্যব্যবহার্য জিনিষ এর সাহায্যে প্রস্তুত হয়। সেলুলয়েড প্লাষ্টিকের অতি দৃঢ় পাত কটোপ্রাকীর কিন্তু তৈরির জন্তে ব্যবহৃত হয়। কিন্তু বিতুচ্ছ সেলুলয়েড সহজদাহ পদার্থ। এর উপর কিছুকণ সুরক্ষা পড়লে জলে উঠতে পারে।

নাইট্রোসেলুলোজের পরিবর্তে সেলুলোজ অ্যাসিটেট ব্যবহার করলে যে প্লাষ্টিক তৈরি হয়, তা কিন্তু সেলুলয়েডের মত দাহ্য নয়, উপরন্তু স্বচ্ছ এবং সেলুলয়েডের বিকল হিসাবে ব্যবহারযোগ্য। এর সাহায্যে রঙীন চশমা, বাস্তবদৃশ্য প্রতি প্রতি তৈরি করা হয়। অবশ্য সেলুলয়েডের চেয়ে এর দাম বেশী।

পলিথিন—ইথিলিন নামক একটি অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন অতি উচ্চ চাপে (প্রায় ২০০০ গুণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে) অক্সিজেনের উপস্থিতিতে প্রায় ২০০°C তাপমাত্রার রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে একটি প্লাষ্টিকজাতীয় পদার্থের সৃষ্টি করে। এই প্লাষ্টিককে পলিথিলিন বা পলিথিন বলে। ষাঠো-প্লাষ্টিক শ্রেণীর মধ্যে সবচেয়ে সরল বৃহৎ অণু যৌগ এই পলিথিন, কিন্তু এর প্রস্তুতি বড়টা সরল মনে হচ্ছে, মোটেই তা নয়—বেশ কঠিন। বিভিন্ন রঙে একে রঞ্জিত করা যায়। সবচেয়ে হালকা প্লাষ্টিক বলে ভাসে। ষাঠোপ্লাষ্টিকের বিশেষ দৃঢ়তা থাকা সত্ত্বেও পলিথিন এত নমনীয় যে, সাধারণ অবস্থাতেও একে ইচ্ছামত ঝাঁকানো যায়। এটি জলে ভেজে না, অ্যাসিড ও ক্ষারের সংস্পর্শে অবিকৃত থাকে। তাই এর সাহায্যে পাইপ, টিউব, অ্যাসিডের পাত্র ও গৃহস্থালীর নানারকম জিনিষপত্র তৈরি করা হয়।

প্লাষ্টিকের বস্ত্র—আমরা আগেই জেনেছি, প্লাষ্টিক হত্যার আকারেও তৈরি করা সম্ভব এবং বস্ত্রনির্মে যে বিভিন্ন প্লাষ্টিক ব্যবহৃত হয়, তার মধ্যে নাইলন ও টেরিলিনই উল্লেখযোগ্য।

নাইলন—নাইলন প্রাটিককে তরল অবস্থায় অতি হ্রস্ব হিষ্ণুপথে উচ্চচাপে পরিচালিত করে নাইলনের সূতা তৈরি করা হয়। নাইলনের তৈরি সূতাই বর্তমানে সবচেয়ে দৃঢ় ও টান-শক্তিবিশিষ্ট সূতা। তাই এর সাহায্যে প্যারাসুটের কাপড় ও দড়ি তৈরি করা হয়। তাছাড়া নাইলন থেকে দাঁত মাজা ও বং কনবার ব্রাসও তৈরি করা হয়। নাইলনের পোশাক-পরিচ্ছদও বাজার ছেয়ে কলেছে।

টেরিলিন—টেরিলিন একটি পলিএস্টার।

টেরাপথ্যালিক অ্যাসিড ও ইথিলিন গ্লাইকলের বিক্রিয়ার অতি উচ্চ তাপে ব্যবহৃত অবস্থায় তৈরি হয় এই (পলিএস্টার বোঁগ) প্রাটিকজাতীয় পদার্থ টেরিলিন। নাইলন ও টেরিলিন উভয়েই থার্মোসেটিং প্রাটিক ও দৃঢ়। এথেকে তৈরি পোশাক-পরিচ্ছদে ভাঁজ পড়ে না, সহজে ময়লা হয় না এবং এগুলি বেশ টেকসই। বিভিন্ন রঙে এদের রঞ্জিত করা যায়। সহজদাহ-তার জন্তে সহজেই এতে আগুন লাগবার তর থাকে।

স্বরনালী

সত্যজ্ঞত দাশগুপ্ত

স্বরনালী মানবদেহের একটি আশ্চর্য যন্ত্র। স্বরনালী থেকে নির্গত শব্দই ওঠ, তালু, জিহ্বা ইত্যাদির সাহায্যে কথার আকারে মনের তাব প্রকাশ করে। স্বরনালীর সম্পূর্ণ পরিণতি হয়েছে শুভ্রপারীদের ক্ষেত্রে। মানবদেহে স্বরনালীর গঠনপ্রণালী এবং তার কাজ সম্বন্ধে আলোচনা করবার আগে স্বরনালীর বিবর্তনের ইতিহাস সম্বন্ধে কিছু আলোচনার প্রয়োজন।

স্বরযন্ত্রের প্রথম ক্ষুদ্র সংস্করণ দেখা যায় একরকম মাছের মধ্যে, যার নাম লং-ফিশ (Lung-fish)। এই মাছ ফুসফুসের সাহায্যে শ্বাসকার্য চালায়। এদের স্বরনালী অত্যন্ত সরল এবং সংক্ষিপ্তভাবে গঠিত। গলবিলের (Pharynx) সাবনের দেয়ালে যেখানে ফুসফুসের প্রবেশদ্বার, তার দুই পাশে মাত্র ভাঁজের আকারে স্বরনালী অবস্থিত। এখানে স্বরনালীর কাজ ফুসফুসে বাতাসের আগমন ও নির্গমন নিয়ন্ত্রণ করা। এতে কোন স্বরের প্রকাশ হয় না।

স্বরপ্রকাশ প্রথমে হয় উভচর প্রাণীদের ক্ষেত্রে অর্থাৎ বিবর্তনের পরের দাপে। এদের স্বরযন্ত্রে

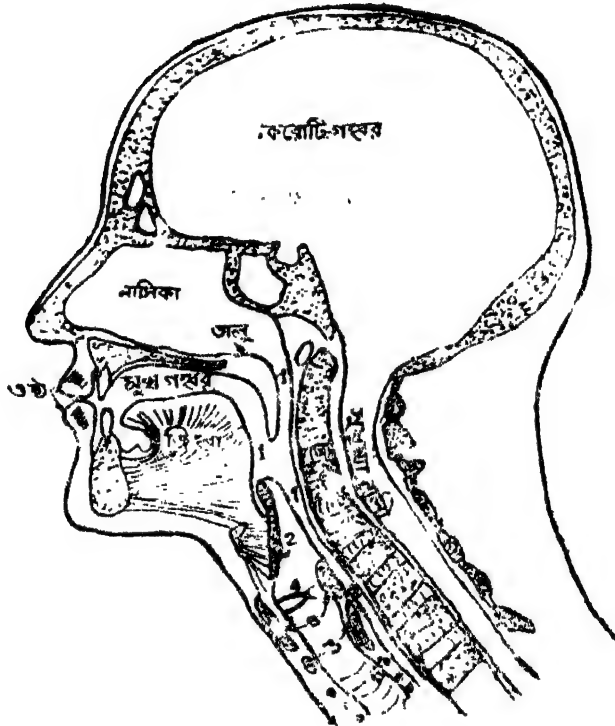
একটি দ্বিধাবিভক্ত প্রকোষ্ঠ আছে। প্রকোষ্ঠের দুটি কক্ষের মাঝখানে স্বরযন্ত্রটি অবস্থিত। এদের স্বরযন্ত্রে এরিটিনয়েড (Arytenoid) নামে একটি তরুণাঙ্গির সংযোজন হয়েছে।

আরও উন্নতি দেখা যায় স্ত্রীস্থপজাতীয় প্রাণীদের মধ্যে। সাধারণতঃ স্ত্রীস্থপের স্বর নেই, কিন্তু কোন কোন স্ত্রীস্থপের শব্দ করবার ক্ষমতা আছে; যেমন—গেকো (Gecko), বার্কিং বার্ড, টিকটিকি ইত্যাদি। এদের স্বরযন্ত্রে এরিটিনয়েড ছাড়া ক্রয়েড (Cricoid) তরুণাঙ্গিও পাওয়া যায়। পাখীদের ক্ষেত্রে স্বরযন্ত্রের বিবর্তন একটু বিশেষ ধরনের। এখানে স্বরনালী আছে, তবে তা থেকে কোন স্বর নির্গত হয় না। এই স্বরনালীর গঠনপ্রণালী স্ত্রীস্থপদের মতই অর্থাৎ এখানেও এরিটিনয়েড এবং ক্রয়েড তরুণাঙ্গি পাওয়া যায়। কিন্তু এদের স্বরনালীতে আর একটি নতুন সংযোজন হয়েছে, যার নাম সিরিংস (Syrinx)। এই সিরিংস একমাত্র পাখীদের ক্ষেত্রেই পাওয়া যায়। শুভ্রপারীদের দেহে এর আবার অবস্থিতি ঘটেছে। এই সিরিংস স্বরনালী থেকে আলাদা-

ভাবে আছে এবং এখান থেকেই পাখীদের অন্নের প্রকাশ হয়। এখান খাসনালী দুটি ফুসফুসে প্রবেশ করবার জন্তে বেখানে বিখ্যাত হয়, সিরিংস সেখানে অবস্থিত।

অন্ননালীর সর্বশেষ এবং সম্পূর্ণ পরিণতি লাভ করেছে শুভপায়ী প্রাণীতে। এখানে খাসনালীর অনেক উন্নত ধরনের পরিবর্তন দেখা যায়। অন্ননালী

খাসনালীটি আমাদের খাদ্যনালীর সামনের দিকে রয়েছে। যদিও নাসিকা থেকে খাসনালীর এবং মুখগহ্বর থেকে খাদ্যনালীর আরম্ভ, তবুও এই দুটি পথই একটি সাধারণ পথ গলবিলে (Pharynx) এসে পড়েছে। গলবিলটি মুখ-গহ্বর এবং নাসিকার পিছন দিকে আছে। ঐ দুটি বিভিন্ন নালীর অন্তর্বর্তী পথ হিসাবে গলবিল



লবভাবে দ্বিখণ্ডিত নাসিকা, মুখগহ্বর, গলবিল এবং অন্ননালী।

১—গলবিল, ২—এপিগ্লটিস, ৩—ককয়েড, ৪—অন্নরঞ্জ, ৫—খাইরয়েড, ৬—প্রধান খাসনালী

এবং খাসনালী অজ্ঞাতভাবে সন্নিহিত হয়ে এখানে আছে। খাসপথের শুরু হয়েছে নাসিকা থেকে এবং শেষ হয়েছে ফুসফুসে। এই পথেরই একটি যথ্যবর্তী অংশের নাম অন্ননালী বা অন্নবহন। এই অন্নবহন গলার উপরিভাগে অবস্থিত। শুভপায়ী প্রাণীদের মধ্যে মাছের অন্নবহনের গঠনপ্রণালী এবং তার কাজ সম্বন্ধে এখানে আলোচনা করা হয়েছে।

কাজ করে। খাদ্যনালীতে গলবিলের পরের অংশের নাম অন্ননালী (Oesophagus) এবং তার পরের অংশই পাকস্থলী (Stomach)। গলবিলের সামনের দেয়ালের নীচের দিক থেকে খাসনালীর বাকী অংশ আলাদাভাবে অন্নবহন নামে ভিন্ন নালী দিয়ে নীচের দিকে নেমে গেছে। গলবিলের সামনেই অন্নবহন অবস্থিত। গলার নীচের দিকে

শরব্র নামে শ্বাসনালীর এই অংশটুকু শেষ হয় এবং তার পরের অংশ প্রধান শ্বাসনালী (Trachea) শুরু হয়।

গলবিলের সামনের দেয়ালে যেখানে শ্বাসনালীর শুরু, সেই ছিদ্রপথকে শ্বাসনালীর প্রবেশদ্বার বলে। প্রধান শ্বাসনালী কণ্ঠ থেকে বকে প্রবেশ করে এবং তারপর দুই ভাগে ভাগ হয়ে যায়। এই দুটি ভাগ দু-পাশের দুটি ফুসফুসে প্রবেশ করে। সুতরাং বাতাস নাক থেকে গলবিলে প্রবেশ করে। তারপর শরব্রের প্রবেশদ্বার দিয়ে প্রধান শ্বাসনালীতে এবং সেখান থেকে ফুসফুসে যায়।

এদিকে খাদ্য আবার মুখগহ্বর থেকে গলবিল, গলবিল থেকে শ্বাসনালী এবং তারপর পাকস্থলীতে পৌঁছায়। তবে খাদ্য চলাচলের সময় শ্বাসনালীর প্রবেশদ্বার বন্ধ থাকে, নতুবা খাদ্যের কণা শ্বাসনালীতে ঢুকে পড়তে পারে।

শ্বাসনালীর প্রবেশদ্বারের উপরে ও সামনের দিকে এবং জিহ্বার পিছনে একটি তরুণাঙ্গ আছে। তার নাম এপিগ্লটিস (Epiglottis), এর কাজ ঢাকনার মত। খাদ্য বা অস্ত্র কোন বাইরের কিছু বাতে শ্বাসনালীতে ঢুকে না পড়ে, তার জন্তে এই এপিগ্লটিস ঠিক সময়মত প্রবেশদ্বারের উপর পড়ে শ্বাসনালীর মুখ বন্ধ করে দেয় এবং সেই মুহূর্তের জন্তে শ্বাসক্রিয়া বন্ধ থাকে। এপিগ্লটিসের নীচে এবং সামনের দিকে আর একটি তরুণাঙ্গ আছে। তার নাম থাইরয়েড (Thyroid) —ইংরেজী V অক্ষরের মত। এই V-টি এমনভাবে আছে যে, তার কোণটি সামনের দিকে এবং বাহু দুটি পিছনের দিকে (\angle) অর্থাৎ V-টি খেন পোরানো অবস্থায় রয়েছে। কৈশোর উত্তীর্ণ পুরুষের ক্ষেত্রে গলায় যে উঁচু মত কর্ণহাড় দেখা যায়, সেটাই থাইরয়েড তরুণাঙ্গ। এর নীচে ক্রকয়েড নামে আঙুরের মত আর একটি তরুণাঙ্গ আছে। এর পরেই প্রধান শ্বাসনালীর শুরু।

শ্বাসনালীর এই অংশ বাতে সব সময় খোলা থাকে, সে জন্তেই ক্রকয়েড সম্পূর্ণ গোলাকার।

এই তরুণাঙ্গগুলি ছাড়া আরও তিন জোড়া তরুণাঙ্গ আছে। তাদের নাম এরিটিনয়েড, কিউনিকর্ম (Cuneiform) এবং কর্নিকিউলেট (Corniculate)। এই সব তরুণাঙ্গ বিভিন্ন গ্রহি (Joint) এবং বন্ধনীর (Ligament) দ্বারা পরস্পর দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ। তাছাড়া অনেক মাংসপেশীও পরস্পরের মধ্যে বোঁগা-বোঁগা স্থাপন করে রয়েছে। এই তরুণাঙ্গগুলিকে মাংসপেশীর সঙ্কোচন ও প্রসারণের দ্বারা নানাভাবে নাড়ানো যায়।

থাইরয়েড তরুণাঙ্গের ভিতর দিকে দুটি শরতন্ত্রী (Vocal cord) পাশাপাশি অবস্থিত। এই দুটি তন্ত্রীর মাঝখানের জায়গাটিকে বলে গ্লটিস (Glottis)। প্রতিটি শরতন্ত্রীর আকৃতি একটি রজ্জুর মত। তার একটি প্রান্ত সামনের দিকে থাইরয়েডের ভিতর দিকে এবং অপর প্রান্ত পিছন দিকে এরিটিনয়েড তরুণাঙ্গিতে আটকানো আছে। যখন মাংসপেশীর সঙ্কোচন বা প্রসারণের দ্বারা বিভিন্ন তরুণাঙ্গকে নাড়ানো হয়, তখন তার কলে শরতন্ত্রীর অবস্থা এবং স্থানের পরিবর্তন ঘটে অথবা শরব্রের প্রবেশদ্বারের প্রসারণ বা সঙ্কোচন ঘটতে পারে। শ্বরপ্রকাশ বা শ্বাস-প্রশ্বাসের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী এই সব পরিবর্তন ঘটানো হয়।

শ্বাসনালীর দৈর্ঘ্য পুরুষের ক্ষেত্রে—44 মিঃ মিঃ এবং স্ত্রীলোকের ক্ষেত্রে—36 মিঃ মিঃ। এই দুটি বাণই প্রাপ্তবয়স্কদের ক্ষেত্রে। শৈশব এবং কৈশোরে স্ত্রী এবং পুরুষের শ্বাসনালীর সামান্যই তফাৎ থাকে। কিন্তু কৈশোর এবং যৌবনের সন্ধিক্ষেত্রে শ্বাসনালীর ক্রম পরিবর্তন ঘটতে থাকে, বিশেষ করে পুরুষের ক্ষেত্রে যখন স্বর গভীর হতে গিয়ে শরতন্ত্র হয়। তখন এই পরিবর্তন অভ্যন্তরীণ এবং লক্ষণীয়। এরই কলে পুরুষের কর্ণহাড় তখন উঁচু হয়ে দেখা দেয় এবং গলায় স্বর পরিবর্তিত হয়।

এই শ্বসনশীলকে আবার বিবর্তন অঙ্গদ্বারে দুটি ভাগে ভাগ করা যায়—

১. শ্বসনশীল উপরের অংশ—একমাত্র স্তম্ভপারীদেবই এই অংশটি আছে। অল্প কোন প্রাণীতে এর প্রতিরূপ দেখা যায় না; অর্থাৎ স্তম্ভপারীদেব এটা নতুন সংযোজন।

২. শ্বসনশীল ও তার নীচের অংশ—বিবর্তনের যে স্তর থেকে শ্বসনশীল উদ্ভব, সেই স্তর থেকে স্তম্ভপারী পর্যন্ত প্রত্যেক প্রাণীতেই এই অংশটি নানা ভাবে দেখা যায়। একথা পূর্বেই আলোচিত হয়েছে।

শ্বসনশীল উপরের অংশ কেবলমাত্র স্তম্ভপারীদেব মধ্যোই দেখা যায়। কারণ বিবর্তনের ফলে শ্বসনশীল অবস্থানের কিছু পরিবর্তন ঘটে এবং শ্বসনশীল সঙ্গে এমনভাবে যুক্ত থাকে যে, বহিরাগত কোন বস্তুর হঠাৎ প্রবেশ ঘটতে পারে। এই প্রবেশ বন্ধ করবার জন্তেই উপরের অংশটির উদ্ভব।

এপর্বন্ত যে শ্বসনশীল সম্বন্ধে এসব কথা বলা হলো সেই আশ্চর্য যন্ত্রের কাজ কি শুধুই শ্বসনশীল করা? এপ্রশ্নটা একেবারেই অবাস্তব মনে হতে পারে। কিন্তু বিবর্তনের ইতিহাসে শ্বসনশীলের প্রথম প্রকাশ থেকে আজ পর্যন্ত বিশ্লেষণ করলে দেখা যাবে, এর শ্বসনশীল প্রয়োজন হয়েছিল শ্বসনশীল উদ্ভবের নয়, অল্প কোন প্রয়োজনে। শ্বসনশীল বেন অনেকটা উপজাত (Bye-product)। তাহলে শ্বসনশীলের কাজ কি?

শ্বসনশীলের কাজ

(১) শ্বসনশীল, ফুসফুস ইত্যাদি রক্ষা করবার প্রকৌশল হিসাবে কাজ করে। দুই ভাবে বা দুই উদ্দেশ্যে এই কাজ হয়।

(ক) শ্বসনশীল করবার সময় শ্বসনশীল বা অল্প কিছু বা অল্প সময়ে বাইরের কোন কিছু বাতাসে শ্বসনশীল প্রবেশ করে শ্বসনশীল কোন কতি বা শ্বসনশীল না করতে পারে।

শ্বসনশীল শ্বসনশীল ঠিক পিছনেই আছে। শ্বসনশীল সামনের দেয়ালে শ্বসনশীল এবং শ্বসনশীল একটি যোগাযোগের পথ রয়েছে। তাকে শ্বসনশীল প্রবেশপথ বলে (Inlet of larynx)। শ্বসনশীল করবার সময় এই প্রবেশপথ বন্ধ থাকে। ফলে শ্বসনশীল শ্বসনশীল থেকে শ্বসনশীল প্রবেশ করতে পারে না। কিন্তু কোন কারণে (যেমন—তড়িৎপ্রাণী শ্বসনশীল সময়) সেই প্রবেশপথ বন্ধ হতে যদি বিলম্ব হয়, তাহলে শ্বসনশীল শ্বসনশীল প্রবেশ করে এবং শ্বসনশীল উদ্ভব হয়, যাকে আমরা 'বিবম শ্বসনশীল' বলি।

(খ) যদি বাইরের কোন কিছু হঠাৎ শ্বসনশীল প্রবেশ করে, তবে তৎক্ষণাৎ তাকে বাইরে পাঠিয়ে দেবার জন্তে শ্বসনশীল শ্বসনশীল উদ্ভব হয়। এভাবে সদাজাগ্রত প্রকৌশল মত, বাইরের কিছু বাতাসে শ্বসনশীল প্রবেশ করে তার কতি না করতে পারে, তার জন্তে সজাগ থাকে। এই জন্তে শ্বসনশীল প্রকৌশল (Watch dog) বলা হয়।

(২) নিঃশ্বাস-প্রশ্বাসের বায়ুর গতি এবং পরিমাণ নির্ধারণ করে—শ্বসনশীল প্রবেশপথ এবং গ্রন্থি অর্থাৎ দুটি শ্বসনশীল মধ্যকার অংশের ছোট ছোট মাংসপেশীর দ্বারা সঙ্কোচন এবং প্রসারণ করা যায়। এর ফলে নিঃশ্বাস-প্রশ্বাসের সময় বায়ুর আগমন ও নির্গমন আরও সুচারু রূপে হয়।

(৩) উদরের (Abdomen) আভ্যন্তরীণ চাপ বাড়ানো—এই কাজ অল্প মনে হলেও খুব সহজেই করা হয়। প্রাকৃতিক কতকগুলি শারীরিক কারণে সময়ে সময়ে উদরের আভ্যন্তরীণ চাপ বাড়ানোর প্রয়োজন হয়, যেমন—বলভ্যাগ, সূত্রভ্যাগ কিংবা প্রসবকাল বা কোন ভারী কাজ করবার সময়। তখন শ্বসনশীল প্রবেশপথ বন্ধ করা হয় এবং তার ফলে শ্বসন-প্রশ্বাস বন্ধ হয়। সে জন্তে বক্ষদেশ (Thorax) এবং উদরের বধ্যবর্তী বধ্যবর্তী (Diaphragm) দ্বিধা থাকে

এবং তখন উদরের মাংসপেশীর সঙ্কোচনের দ্বারা আভ্যন্তরীণ চাপ বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয়।

(4) শ্বসনালী এবং শ্বাসনালীর অনেকটা অংশের ভিতরের দেয়াল থেকে জেলা (Mucus) নির্গত হয়। এই স্নায়িক ঝিল্লী (Mucus membrane) শ্বাসনালীকে তৃপ্ত এবং শুষ্ক বায়ু থেকে কোন ক্ষতির সম্ভাবনা রোধ করে।

(5) শ্বাসক্রিয়ার মাংসপেশীগুলিকে অনেককণ ধরে ক্রমাগত একটানা কাজ করা থেকে রেহাই দেওয়া। এমন কিছু কাজ আছে যখন শ্বাস-প্রশ্বাস ক্ষুদ্র এবং একটানা করবার প্রয়োজন হয়; যেমন—গাছে ওঠা, সাঁতারকাটা, পাহাড়ে ওঠা ইত্যাদি। কিন্তু যদি একটানা অনেককণ শ্বাস-প্রশ্বাসের মাংসপেশীর কাজ করতে হয়, তাহলে সহজেই সেই সব মাংসপেশী পরিশ্রান্ত হয়ে কাজের ব্যাঘাত ঘটাবে। কিন্তু এই মাংসপেশীগুলিকে কিছুকণের জন্তে রেহাই দিবে বিশ্রাম নেবার সুযোগ দেওয়া যায়। শ্বসনালীর এই ভূমিকা অত্যন্ত সহজ এবং প্রয়োজনীয়। একটানা

ক্ষুদ্র শ্বাসক্রিয়া চলবার সময় শ্বসনালী কিছুকণের জন্তে প্রবেশদ্বার বন্ধ করে। কলে শ্বাসক্রিয়া বন্ধ হয়, অর্থাৎ ঐ সব মাংসপেশী, যারা শ্বাসক্রিয়া ঘটাবার জন্তে নিয়োজিত, তাদের অব্যাহতি দেওয়া হয়। সুতরাং এই কণিক বিশ্রাম আবার কাজের শক্তি যোগাবার জন্তে বেশ উপযোগী। এভাবে কিছুকণ পর পর দম বন্ধ করবার কলে শ্বাসক্রিয়ার মাংসপেশী অনেক বেশী সময় কাজ করতে পারে।

(6) শ্বসপ্রকাশ—যদিও নাম শ্বসনালী, তবুও শ্বসপ্রকাশ যে তার প্রধান কাজ নয়, সেটা সহজেই বোঝা যায়। কারণ প্রথম শ্বসনালীর প্রকাশ যে Lung fish-এ, তাদের কোন শ্বস নেই বরং ফুস-ফুসের প্রবেশদ্বারে থেকে ফুসফুসে বাতাসের বাতায়াত নিরঞ্জন করাই প্রধান কাজ। তাছাড়া অন্তান্ত প্রাণীদের ক্ষেত্রেও শ্বসপ্রকাশের আবির্ভাব থেকে স্তম্ভপায়ীদের মধ্যে তার পূর্ণ পরিণতি পর্যন্ত বিশ্লেষণ করলে দেখা যায়, শ্বসপ্রকাশের কাজ শ্বসনালীতে সংযোজিত হয়েছে ধীরে ধীরে।

সঞ্চয়ন

খাদ্য-সমগ্রী সমাধানে ফল ও সজ্জা

প্রায় এক যুগ আগে ইডেন গার্ডেনে নিবিল ভারত কলা প্রদর্শনীতে বিধানচন্দ্র রায়ের ভাষণ শোনবার সৌভাগ্য অনেকেরই হয়েছিল। তিনি বলেছিলেন যে, তাদের বদলে কলা দেখেই মানুষ মৃত্যুর স্বাস্থ্যের অধিকারী হতে পারে। খাদ্য-সমগ্রীর জর্জরিত ভারতের পক্ষে কথাটা খুবই মূল্যবান বলে মনে হয়েছিল। অবশ্য অনেকে বলতে পারেন যে, কথাটা হৃদয়কর্জরিত ক্রান্তির দ্বারের কথাই বসে—ওরা রুটির জন্তে চিংকার করছে কেন, কেন খেলেই তো পারে। অনেকে হয়তো

ভাবতে পারেন, যেখানে ভাত খাবার পরসা নেই, সেখানে কল খেতে বলা বিলাসিতা মাত্র। অবশ্য কথাটা একটু ঘুরিয়েও বলা যায়; যেমন—বাদের কমতা আছে, তারা যদি গর অথবা চালের ভাগ কমিয়ে বেশী সজ্জা ও কল খান, তাহলে বেশ খানিকটা খাদ্যশক্ত বেঁচে যেতে পারে, যা অস্ত্রের কাজে লাগবে। আর কল বলতে আমরা বাঙালীরা আপেল, আমুরের দিকে নজর দিয়ে থাকি, অবশ্য একটা পেয়ারা বা এক টুকরা পেঁপে যে অনেক সময় আপেল বা

আঙ্গুরের চেয়েও উপকারী, সে কথাটা আমরা তুলে বাই।

প্রকৃতির দান হিসেবে ভারতের মাটি এবং আবহাওয়া বৈচিত্র্যময়, বার কলে নাতিশীতোষ্ণ, উপগ্রীষ্মকাল এবং গ্রীষ্মকালের উপযোগী কলের চাষ করা যেতে পারে। আমাদের দেশের বিভিন্ন অঞ্চলে আম, জাম, আপেল, আনারস, আঙ্গুর, জাম্বুগাতি প্রভৃতি নানা রকমের ফল জন্মায়।

ভারতে কলোৎপাদনের ক্ষেত্রে ভূমির পরিমাণ প্রায় 12 লক্ষ হেক্টর, বা সমস্ত চাষের জমির মাত্র 0.8 ভাগ এবং ফল উৎপাদনের পরিমাণ প্রায় 7.4 টন। আবার এই মোট উৎপাদনের বেশ কিছুটা অংশ বিক্রয়ের ক্ষেত্রে বাজারে পৌঁছাবার আগে নানাভাবে নষ্ট হয়। এছাড়া খোসা, জ্বাতি প্রভৃতি বাদ দিলে খাবার ভোজ্য মোটামুটি 4 লক্ষ টনের মত ফল পাওয়া যায় এবং এই হিসেবে আমাদের দেশে প্রতিটি লোকের ভোগ্য মাত্র এক আউন্স ফল জোটে, যেখানে দৈনন্দিন খাদ্যতালিকার 3 আউন্স ফল থাকবার নির্দেশ আছে। একটি সুসমঞ্জস খাদ্য-তালিকার একজন লোকের 4 আউন্স শাকজাতীয় সব্জী এবং 3 আউন্স ভাত সব্জী থাকা দরকার। কিন্তু নানা কারণে উৎপাদনের পরিমাণ কম হওয়ার মাত্র 2 আউন্স সব্জী একজন মানুষের ভোগ্য জোটে।

এক-একটি বিশেষ ফল বা সব্জী এক-একটি বিশেষ ঋতুতে জন্মায়। কোন কোন সময় এত বেশী পরিমাণে জন্মায় যে, প্রচুর অপচয় হয়ে থাকে। তাছাড়া দেশের সব জায়গায় সব রকম ফল সারা বছর ধরে জন্মায়ও না। কাজেই জাম, জেলী, কোয়ার প্রভৃতি বিভিন্ন জাতীয় ফল এবং

সব্জী সংরক্ষণ করতে পারলে অপচয়ও বন্ধ করা যায় এবং সারা বছর ধরে বিভিন্ন রকমের ফল ও সব্জীর আবাদ গ্রহণ করা চলে। একটু নজর দিলে গৃহিণীরাও বাড়ীতে অনায়াসে ফল ও সব্জী অতি অল্প সময়ে ও অল্প খরচে সংরক্ষণ করতে পারেন। সুখের বিষয়, অধুনা ভারতের কৃষি মন্ত্রণালয় এই বিষয়ে গৃহিণীদের ব্যবহারিক শিক্ষা দানের ক্ষেত্রে নানা স্থানে অনেক শিক্ষা-কেন্দ্র স্থাপন করেছেন। সেখান থেকে গৃহিণীরা অতি অল্প সময়ে এই বিষয়ে শিক্ষা গ্রহণ করতে পারেন। ফল এবং সব্জী মাস্তকের দৈনন্দিন খাদ্য-তালিকার এক বিশেষ প্রয়োজনীয় অংশ। এতে খাদ্যপ্রাণ এবং শরীরের পক্ষে প্রয়োজনীয় এমন সব খনিজ লবণ আছে, বার অভাব শুধু শক্ত এবং আমিষ খাদ্যগ্রহণে পূরণ হয় না। আম, পেঁপে, কাঠাল, পেঁপে, পিচ, ধনেপাতা, পালং শাক, গাজর, টোম্যাটোর মধ্যে আছে প্রচুর পরিমাণে ভিটামিন-এ। আপেল, লেবু, বেগুন, কমলা, পিচ, আনারস, শিম প্রভৃতিতে আছে প্রচুর বিটামিন। লেবুজাতীয় সমস্ত ফল, আমলকী, টোম্যাটো, বাঁধাকপি, সজনে, প্রভৃতিতে আছে ভিটামিন-সি। তাছাড়া ফল এবং সব্জীতে প্রচুর পরিমাণে আছে পটাশিয়াম, চুন, লবক, লবণ, ম্যাগনেশিয়াম, ফসফরাস, লোহা এবং অন্যান্য খনিজ লবণ, বা শরীর রক্ষার পক্ষে বিশেষ প্রয়োজন।

কোন খাদ্যের মূল্যায়ন তার ক্যালরি উৎপাদন-ক্ষমতার পরিমাণে হয় এবং খাদ্যশক্তিই এর প্রধান উৎস। কিন্তু ক্যালোরি উৎপাদনে সব্জীর ক্ষমতা কত বেশী, তা নীচের তালিকাটি লক্ষ্য করলেই বোঝা যাবে।

ফলের নাম	প্রতি আউন্সে ক্যালরির পরিমাণ	প্রতি একরে উৎপাদন (টনে)	প্রতি একরে ক্যালরির পরিমাণ
গম	98	0.34	1,034,880
ফল	42	10.00	15,052,800
পেঁপে	11	48.00	18,923,520
বিটামিন	36	3.00	5,500,000

উপরের তালিকাটি লক্ষ্য করলেই জানা যাবে, ক্যালরি উৎপাদনের ক্ষমতা অল্পবায়ী 1 একর গম, 0'45 একর আম এবং '07 একর কলায় সমান। অল্প তাবে দেখলে প্রতিটি মাছের প্রতি দিনে প্রয়োজনীয় 2500 ক্যালরি অল্পবায়ী এক একর গম এবং এক একর কলা থেকে প্রায় 16 জন মাছের প্রয়োজনীয় ক্যালরি পাওয়া যায় এবং এথেকেই ফল ও সব্জী চাষের উপযোগিতা কত বেশী, তা বোঝা

যায়। বহু জনসংখ্যাপীড়িত ভারতে খাদ্যাদি অনেক পরিমাণে দূর করা যেতে পারে; যদি কমল উৎপাদনের ব্যবস্থা আরো বিজ্ঞানসম্মত পদ্ধতিতে এগিয়ে যায় এবং শস্ত চাষের সঙ্গে সঙ্গে ফল ও সব্জী চাষের দিকে নজর দেওয়া হয়।*

* ভারতীয় কৃষি অহুসন্ধান পরিষদ : (কৃষিভবন, নতুন দিল্লী) কর্তৃক প্রকাশিত।

মঙ্গলগ্রহ

আমরা মঙ্গলগ্রহ সম্পর্কে কি জানি? জ্যোতি-বিজ্ঞানীরা অনেকদিন থেকেই একথা জানেন যে, এই গ্রহের আয়তন পৃথিবীর আয়তনের এক-দশমাংশের কিছু বেশী। এর দুটি উপগ্রহ আছে। জোনাথন সুইকট্ট-এর 'গালিলাস ট্রান্সলস' গ্রহে এই দুটি উপগ্রহের উল্লেখ আছে। বাহোক, জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা 1877 সালে এই গ্রহ দুটি আবিষ্কার করেন। মঙ্গলগ্রহের এক বছর পৃথিবীর প্রায় দু-বছরের সমান। ঋতুগুলি প্রায় পৃথিবীর মতই। কিন্তু এক-একটি ঋতুর স্থায়িত্ব পৃথিবীর ঋতুর স্থায়িত্বের প্রায় দ্বিগুণ। মঙ্গলগ্রহের পৃষ্ঠদেশে সাদা এবং কালো দাগ আছে—তা জমি এবং সমুদ্র। অপেক্ষাকৃত ঘন আবহাওয়ার মেঘও দেখা যায়।

শীতকালে মঙ্গলগ্রহের মাথায় একটা ভুবরজুপ দেখা যায়। এই ভুবরজুপ বসন্তকালে ধীরে ধীরে ছোট হয়ে আসে। আর গ্রীষ্মকালে তা পুরাপুরি অদৃশ্য হয়ে যায়। শরৎকালে এই ভুবরজুপ আবার দেখা যায় এবং শীতেই তার আকার সবচেয়ে বড় হয়ে ওঠে।

বহুদিনের পরিচয় ও নিরীক্ষার ফলে এই সব তথ্য

জানা গেছে। গ্রহের পৃষ্ঠদেশে কি ঘটেছে, তার ছবি নেওয়া সহজ নয়। তাছাড়া পৃথিবীর মাথায় জন্তে এবং আবহাওয়া মাঝে মাঝে যেখান দৃশ্য না থাকবার ফলে নিরীক্ষা ব্যাহত হয়।

পৃথিবী এবং মঙ্গলগ্রহের মধ্যে কিছু অবস্থাগত মিল থাকবার ফলে এই গ্রহ সম্পর্কে একটা অস্বাভাবিক আগ্রহ তৃপ্তি হয়েছে। মঙ্গলগ্রহে উদ্ভিদ সম্পর্কে গবেষণার ফল প্রকাশিত হয়েছে। জলপূর্ণ খাল এবং একটি উন্নত সভ্যতার অস্তিত্ব সম্পর্কে প্রবন্ধাদি প্রকাশিত হয়েছে।

বাটের দশকের শুরুতে বর্ণালী-বিশ্লেষণ পদ্ধতি বিকাশলাভ করবার ফলে জানা গেছে যে, মঙ্গলগ্রহের আবহাওয়ার ঘনত্ব পৃথিবীর আবহাওয়ার ঘনত্বের দশ গুণ কম। সে জন্তে সেখানে এর অস্তিত্বের সম্ভাবনা কম। মঙ্গলগ্রহের পৃষ্ঠদেশে গ্যাসের চাপ হলো পৃথিবীর 35 কিলোমিটার উচ্চতাসম্পন্ন স্থানের গ্যাসের চাপের প্রায় কাছাকাছি এবং তা হলো পৃথিবীপৃষ্ঠের গ্যাসের চাপের 0'5 শতাংশ।

সঙ্গে সঙ্গে এটাও জানা গেছে যে, মঙ্গলগ্রহের আবহাওয়ার প্রধানতঃ কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস

আছে। আগে পৃথিবীর সঙ্গে এই গ্রহের বতটা মিল আছে বলে মনে হয়েছিল, এখন ততটা মিল আছে বলে মনে হচ্ছে না। এরকম আবহাওয়ার অভাব নিয়ে পৃথিবীর সঙ্গে যেমন মঙ্গলগ্রহের মিল আছে, তেমনি চাঁদের সঙ্গেও তার মিল থাকাই আজ স্বাভাবিক বলে মনে হয়। আরতন এবং ব্যাসের দিক থেকে বিচার করলে দেখা যাবে যে, মঙ্গলগ্রহের স্থান পৃথিবী এবং চাঁদের মাঝামাঝি। যেদিনার-৪ যে সব কটো ভুলেছিল, তাতে দেখা গেছে যে, মঙ্গলগ্রহে চাঁদের আগ্নেয়গিরির মুখের অসুস্থ অসংখ্য আগ্নেয়গিরির মুখ রয়েছে।

এটাও দেখা গেছে যে, এই গ্রহের উপরের স্তরের কিছু অংশের অবস্থা এমনই যে, তা কোন-মতেই নিরূপণ করা যায় না। মহাকাশের বহু-পাতির সাহায্যে মঙ্গলগ্রহের খুব নিকট থেকে যে ছবি তোলা হয়েছে, তাতে কোন খালবিলের অস্তিত্বের চিহ্ন দেখা যায় না। মঙ্গলগ্রহের জমিতে উচ্চতার যে ব্যবধান দেখা গেছে, তা দশ কিলোমিটারের কম নয়--অবশ্য গ্রহের অল্প পরিধির মধ্যেই উচ্চতার ব্যবধান মেপে দেখা হয়েছে।

এই গ্রহের আবহাওয়াও খুব অস্বাভাবিক। আবহাওয়ার কার্বন ডাই-অক্সাইড থাকে। একটা বিশেষ উচ্চতার এই গ্যাস ডুবরাপাতে নষ্ট হয়ে যায় এবং তৈরি হয় শুকনো বরফের স্ফটিক। যেকোনো এককম জমাটবাঁধা অবস্থার সৃষ্টি হয়। সেখানে তাপমাত্রা কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস জমানোর তাপমাত্রার নীচে থাকে। মঙ্গলগ্রহের সর্বোচ্চ জলবায়ুর পরিমাণ নির্ণয়ের যে চেষ্টা করা হয়েছে, তাতে দেখা যায়, তা ০.০৬ মিলি-মিটার জলস্তরের সমান। অবশ্য একথা মনে রাখতে হবে যে, একটা অকলের গড় হিসেবেই এই পরিমাণ নির্ণয় করা হয়েছে--যে অকলের ব্যাস কমপক্ষে কয়েক শত কিলোমিটার। অবশ্য

অপেক্ষাকৃত ছোট অকলে বেশী পরিমাণ জল পাওয়া যেতে পারে।

জ্যোতির্বিজ্ঞানের সাঁকালের সম্ভবতঃ এখানেই পরিসমাপ্তি। মঙ্গলগ্রহের উপরের দিকের আবহাওয়া সেখানকার ভূমির তাপ-বৈশিষ্ট্য এবং তার উপরি-ভাগের ভূমিস্তরের স্থল বিজ্ঞান সম্পর্কে যে তথ্য পাওয়া গেছে, তা মহাকাশ সম্পর্কে গবেষণার ফল। আর তা শুধু জ্যোতির্বিজ্ঞান সংক্রান্ত তথ্যাদি থেকেই পাওয়া যায় নি, সে সঙ্গে ভূ-পদার্থ, ভূতত্ত্ব এবং ভূ-রসায়ন-বিজ্ঞান সম্পর্কেও তথ্যাদি সংগ্রহ করতে হয়েছে।

তার মানে এই নয় যে, মঙ্গলগ্রহ সম্পর্কে পরীক্ষা চালাবার কাজে জ্যোতির্বিজ্ঞানের আর কোন ভূমিকা নেই। পৃথিবী থেকে মঙ্গলগ্রহের আবহাওয়া সম্পর্কে গবেষণা চালাবার কাজ এখনও বেশ কিছুদিন অগ্রাধিকার পাবে। পৃথিবীর মানমন্দিরগুলি থেকে মঙ্গলগ্রহ সম্পর্কে গবেষণা চালাবার যে ব্যাপক কর্মসূচী গ্রহণ করা হয়েছে, এগুলি তারই অংশবিশেষ।

তাছাড়া একথা তো স্বীকার করতেই হবে যে, শুধুমাত্র জ্যোতির্বিজ্ঞান নির্দেশিত পদ্ধতিতে গ্রহ-নক্ষত্র সম্পর্কে, বিশেষ করে মঙ্গলগ্রহ সম্পর্কে গবেষণা চালানো যায় না। মহাকাশে প্রযুক্ত কৌশলগুলি গ্রহ-নক্ষত্র সম্পর্কে গবেষণার ক্ষেত্রেও প্রযুক্ত হচ্ছে। চাঁদ এবং শুক্রগ্রহের ক্ষেত্রে তার স্পষ্ট প্রমাণ আছে। সঙ্গে সঙ্গে এমন একটা বিশেষ পদ্ধতিরও বিকাশ ঘটী দরকার, যা জ্যোতির্বিজ্ঞানের মত অত সাধারণভাবে গ্রহ-নক্ষত্রের বিচার-বিশ্লেষণ করবে না অথবা ভূতত্ত্ব বা ভূ-পদার্থ-বিজ্ঞানের মত পুঙ্খানুপুঙ্খভাবেও তথ্যাদির বিশ্লেষণ করবে না।

আসলে এই পদ্ধতিই হবে গ্রহতত্ত্বের ভিত্তি। আমাদের চোখের সাধনে নতুন এই বিজ্ঞানের জন্ম হচ্ছে।

জিন-এনজাইম প্রক্রিয়া ও মানুষের রোগ

শ্রীঅসিতবরণ দাস-চৌধুরী*

এই প্রবন্ধে মানুষের দেহকোষের দুইটি অ্যামিনো অ্যাসিড, যথা—ফেনাইলঅ্যালানাইন (Phenylalanine) ও টাইরোসিন (Tyrosine) জিন নির্দেশিত এনজাইমের দ্বারা আদিষ্ট হইয়া কিভাবে আমাদের দেহে বিভিন্ন প্রক্রিয়া ঘটায় এবং তাহার ব্যতিক্রমে আমাদের দেহে যে কত বিভিন্ন ধরনের রোগের সৃষ্টি হইতে পারে—তাহা আলোচনা করিব। আমাদের দেহে কুড়িটি অ্যামিনো অ্যাসিড আছে এবং এই অ্যামিনো অ্যাসিডগুলিও সাধারণতঃ জিন-এনজাইম সম্পর্কিত বিভিন্ন প্রক্রিয়ার পরিশেষে শক্তি উৎপন্ন করে, কিন্তু এই প্রক্রিয়াগুলি চলিবার সময় কোন পর্যায়ে জিন-এনজাইম সম্পর্কের কোন ব্যতিক্রম ঘটিলে আমাদের দেহে রোগের সৃষ্টি হইতে পারে। এইখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন যে, এখনও পর্যন্ত সবগুলি অ্যামিনো অ্যাসিডের জিন-এনজাইম সম্পর্কিত বিপাকের পথ সম্পূর্ণরূপে আবিস্কৃত হয় নাই। এই প্রসঙ্গে মনে রাখা অবশ্য কর্তব্য যে, জিন-এনজাইমের পারস্পরিক সম্পর্কের ব্যতিক্রমজনিত মানবদেহের রোগগুলি সাধারণতঃ বংশাণুক্রমিক। যদিও অনেক ক্ষেত্রে কৃত্রিম উপায়ে দেহে এনজাইম প্রবেশ করািয়া রোগ নিরাময় করিয়া দেওয়া যায়, তথাপি ঐ এনজাইম সম্পর্কিত জিনের পরিবর্তন দুঃসাধ্য। আজ জৈব রাসায়নিক প্রজনন-বিজ্ঞানে (Biochemical genetics) এই জিনের রহস্য সমাধানকল্পে বিশ্বের বহু বিজ্ঞানী গভীর সাধনার ব্যাপৃত আছেন, কারণ ইহা জৈব রাসায়নিক প্রজনন-বিজ্ঞানীদের নিকট গুরুতর এক সমস্যা।

জেনেটিককে প্রজননবিজ্ঞান বলা হয়, তবে

বর্তমানকালের জেনেটিক বলিতে প্রজননবিজ্ঞান বাহিরে আরও অনেক কিছু বুঝায়। প্রজননবিজ্ঞান আধুনিক ক্রমোজিনীয় জীব-বিজ্ঞানের এক বিশেষ শাখা। আমরা বিংশ শতাব্দীর প্রথম ভাগে মেগেলের বংশবৃদ্ধিগুলি হইতেই জানিতে পারিয়াছি যে, জিন জীবের বংশাণুগতির এক-একটি একক। বিগত প্রথম চার দশক বৈজ্ঞানিকেরা প্রধানতঃ বিস্তৃত জেনেটিক্সে জীবকোষে জিনের অবস্থান, জিনের অস্থাপত্য ইত্যাদি লইয়া গবেষণা করিয়াছেন। কিন্তু জীবদেহে জিনের প্রক্রিয়া কিভাবে চলে, তাহার হৃদিশ পাইবার জন্য বিশেষ কোন উল্লেখযোগ্য কাজ হয় নাই। দুইজন আমেরিকান বিজ্ঞানী জর্জ বিডল ও ই. এল. টেটাম 1941 সালে Neurospora নামক ছত্রাকের উপর কাজ করিয়া জিন ও এনজাইমের সম্পর্কের বিষয় আলোচনার কালে জীবদেহে জিনের প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে এক নূতন আলোকপাত করিয়াছেন। এই যুগান্তকারী আবিষ্কারের জন্য 1958 সালে উপরিউক্ত বিজ্ঞানী দুইজন যুগ্মভাবে নোবেল পুরস্কার লাভ করেন। এই প্রসঙ্গে ব্রিটিশ ডক্টর এ. ই. গ্যারডের নাম বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। গ্যারড 1909 সালে Inborn Errors of Metabolism নামে একখানি গ্রন্থ প্রকাশ করেন। তিনি এই গ্রন্থে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করিলেন যে, মানুষের কতকগুলি শারীরিক বৈলক্ষণ্য বংশাণুক্রমিক। তিনি এই কথাও স্পষ্টভাবে উল্লেখ করিয়াছেন যে, কতকগুলি নির্দিষ্ট এনজাইমের অভাবে (যেগুলি স্নায়ু ব্যক্তির দেহে পরিমাপনীয় থাকে)

রক্তের অ্যামিনো অ্যাসিডে পরিণত হয়, বাহার মধ্যে কেনাইলঅ্যালানাইন পাওয়া বাইবে। পাক-নালীতে সেই অ্যামিনো অ্যাসিড অত্যন্ত দ্রবণীয় বস্তুর সহিত প্রবেশ করে এবং ব্যাপন (Diffusion) ক্রিয়ার মাধ্যমে এক কোষ হইতে অল্প কোষে বাইরা সমস্ত শরীরে ছড়াইয়া পড়ে। একবার কেনাইলঅ্যালানাইন দেহকোষে আসিয়া পড়িলে ইহা কোন্ পথে বাইবে, তাহা সম্পূর্ণ নির্ভর করে জিন-নির্দিষ্ট যে এনজাইম ক্রিয়া করিবে, তাহার উপর। কেনাইলঅ্যালানাইনের তাত্র্য তিনটি পথে প্রবর্তিত হইতে পারে—(1) ইহা দেহকোষে প্রোটিনে পরিবর্তিত হইতে পারে, (2) ইহা অ্যামিনো অ্যাসিড টাইরোসিনে পরিবর্তিত হইতে পারে, (3) ইহা কেনাইলপাইক্কেভিক অ্যাসিডে (Phenylpyruvic acid) পরিবর্তিত হইতে পারে। এখন কেনাইলঅ্যালানাইনকে এই তিনটির মধ্যে যে কোন একটিতে পরিবর্তিত হইতে হইলে পর্যায়ক্রমে অনেকগুলি জিন-নির্দেশিত এনজাইম মাধ্যমিক প্রক্রিয়ায় বাইতে হইবে এবং ইহার যে কোন একটি পর্যায়ে জিন-নির্দেশিত এনজাইমের পরিবর্তন হইলে উদ্ভেদ সফল হইবে না, পরন্তু নির্দিষ্ট এনজাইমের অভাবে আমাদের দেহে ভুল কাণ্ডের সৃষ্টি হইবে। দেহকোষের ক্রোমোসোমে (Chromosome) প্রচ্ছন্ন জিন (Recessive gene) p যখন হোমোজাইগাস (Homozygous)* অবস্থায় থাকে, তখন কেনাইলঅ্যালানাইনকে যে নির্দিষ্ট এনজাইম টাইরোসিনে পরিবর্তিত করে তাহার উৎপত্তি হয় না, ফলে কেনাইলঅ্যালানাইন নির্দিষ্ট এনজাইমের অভাবে

উদ্ভিষ্ট পথে পরিচালিত হইতে না পারিয়া দেহকোষে বেশী পরিমাণে জমিতে থাকে এবং কিছু-পরিমাণ কেনাইলঅ্যালানাইন কেনাইলপাইক্কেভিক অ্যাসিডেও পরিণত হয়। প্রয়োজনাত্মিক এই দুইটি পদার্থ রক্তে সঞ্চারিত হয় এবং পরিশেষে প্রস্রাবের সহিত দেহ হইতে নির্গত হয়, বাহ্য অতি সহজেই রাসায়নিক পরীক্ষায় অন্বেষণ করা যায়। যে ব্যক্তির প্রস্রাবে এই লক্ষণ দেখা যায়, তাহাকে কেনাইলকেটোনিউরিয়া রোগী (Phenylketonuria সংক্ষেপে PKU) বলা হয় রোগটির নাম কেনাইলকেটোনিউরিয়া। কেনাইলকেটোনিউরিয়া রোগীর আরও অনেক মানসিক ও দৈহিক পরিবর্তন লক্ষণীয়। সাধারণতঃ এই রোগে আক্রান্ত রোগী শৈশবে সহজে সোজা হইয়া দাঁড়াইতে পারে না, কারণ পায়ের গোড়ালীর অস্থির গঠন খুব দুর্বল থাকে। এই রোগীর চুল ক্যাকাশে রঙের হয় এবং বুদ্ধিও খুব কম থাকে।

আমাদের দেহকোষে কেনাইলঅ্যালানাইনের মত টাইরোসিন আর একটি অ্যামিনো অ্যাসিড। পূর্বে একবার উল্লেখ করিয়াছি যে, কেনাইলঅ্যালানাইন হইতে টাইরোসিন উৎপন্ন হইতে পারে অথবা বাস্তব প্রোটিনের মাধ্যমে আমরা ইহা পাইয়া থাকি। টাইরোসিন বিভিন্ন জিন-নির্দেশিত এনজাইমের মাধ্যমে আমাদের দেহে চারভাবে ক্রিয়া করিতে পারে। প্রথমতঃ টাইরোসিন দেহকোষের প্রোটিনে পরিণত হতে পারে। দ্বিতীয়তঃ টাইরোসিন বাইরয়েড গ্র্যাণ্ডের আরোডিনের সহিত মিশিয়া বাইরয়েড হরমোন থাইরক্সিন (Thyroxine) এবং ট্রাইডোথায়োনাইন (Triiodothyronine) তৈয়ারি করে। আমাদের দেহের বিপাকের (Metabolism) উপর এই দুইটি হরমোনের কর্তৃত্ব খুবই গুরুত্বপূর্ণ এবং সাধারণ দৈহিক ও মানসিক বিকাশে অবশ্য প্রয়োজনীয়। কিন্তু আমাদের দেহকোষের

* কোন প্রাণীর ক্রোমোসোমের সঞ্চার পথে (Locus) যদি সমজিন (Alike gene) থাকে, তবে তাহাকে হোমোজাইগাস (Homozygous) বলা হয়। কিন্তু তাহার যদি বি-সম (Different gene) হয়, তবে তাহাকে হেটেরোজাইগাস (Heterozygous) বলা হয়।

ক্রোমোসোমে যখন একজোড়া প্রচ্ছন্ন জিন cc থাকে, তখন তাহা দেহের প্রয়োজনীয় উপরিউক্ত সাধারণ থাইরয়েড হরমোন তৈয়ারি করিতে পারে না, কারণ ঐ জিনগুলি হরমোনের প্রয়োজনীয় এনজাইম তৈয়ারি করিবার ক্ষমতা নষ্ট করিয়া দেয়। ফলে Genetic goitrous cretinism রোগের সৃষ্টি হয়। এই রোগীর দৈহিক ও মানসিক অবক্ষেপ দেখা দেয় এবং থাইরয়েড গ্র্যাণ্ড খুব বড় হইয়া যায়।

তৃতীয়তঃ টাইরোসিন ডাইহাইড্রোক্সি-ফেনাইলঅ্যালানাইনে (Dihydroxyphenylalanine) পরিণত হইতে পারে এবং উহা পুনরায় অনেকগুলি পর্বায়ে শেষ পর্বত মেলানিনে (Melanin) পরিণত হয়। মেলানিন রংটি আমাদের চক, চুল ও চোখে পাওয়া যায়। একজোড়া প্রচ্ছন্ন জিন aa টাইরোসিনকে ডাই-হাইড্রোক্সিফেনাইলঅ্যালানাইনে পরিণত করিবার এনজাইম নষ্ট করিয়া দেয় এবং এই আগন্তকের অল্পপস্থিতিতে মেলানিন তৈয়ারি বন্ধ হইয়া যায়। মেলানিন আমাদের দেহের কোষে না থাকিলে আমাদের চক, চুল ও চোখে কোন রং হয় না, ফলে ক্যাকাশে দেখা যায়। যে ব্যক্তির দেহে এই লক্ষণগুলি দেখা দেয়, তাহাকে আমরা অ্যালবিনো বলি এবং এই রোগকে অ্যালবিনিজম (Albinism) বলা হয়।

চতুর্থতঃ বেশীর ভাগ টাইরোসিন পরিণেবে দেহকোষে শক্তি উৎপাদনের সঙ্গে সঙ্গে কার্বন-ডাই-অক্সাইড, জল ও নাইট্রোজেন নির্গমনে পরিণত হয়। কিন্তু টাইরোসিন এই পরিণতি লাভ করে অনেকগুলি এনজাইম মাধ্যমিক প্রক্রিয়ার সাহায্যে। এই প্রক্রিয়াগুলির প্রথম পর্বারের ফল প্যারাহাইড্রোক্সিফেনাইলপাইক্ভিক অ্যাসিড (Parahydroxyphenylpyruvic acid) এবং দ্বিতীয় পর্বার হইতেছে ডাইহাইড্রোক্সিফেনাইল-পাইক্ভিক অ্যাসিড (Dihydroxyphenyl-

pyruvic acid)। আমাদের দেহকোষে যখন একজোড়া প্রচ্ছন্ন জিন tt থাকে, তখন নির্দিষ্ট এনজাইমের অভাবে ঐ দ্বিতীয় পর্বারের ডাইহাই-ড্রোক্সিফেনাইলপাইক্ভিক অ্যাসিড আর পরিবর্তিত হয় না। ফলে দেহকোষে উহা বেশী পরিমাণে জমিতে থাকে এবং সঙ্গে সঙ্গে কিছু পরিমাণ টাই-রোসিনও দেহে জমিয়া থাকে। এই দুইটি অতিরিক্ত পদার্থ যে ব্যক্তির প্রস্রাবের সহিত পাওয়া যায়, তাহাকে টাইরোনোসিস (Tyronosis) রোগী বলা হয়। টাইরোনোসিস রোগীর অত্যধিক বিশেষ বৈলক্ষণ্য দেখা যায় না। এই প্রক্রিয়াসমূহের তৃতীয় পর্বারে হোমোজেনটিক অ্যাসিড (Homogentisic acid) তৈয়ারি হয়, কিন্তু একজোড়া প্রচ্ছন্ন জিন hh-এর উপস্থিতিতে নির্দিষ্ট এন-জাইম তৈয়ারি হয় না। ফলে হোমোজেনটিক অ্যাসিড মেলিলাকটোঅ্যাসেটিক অ্যাসিডে (Maleylacetoacetic acid) পরিবর্তিত হইতে পারে না। সুতরাং এই হোমোজেনটিক অ্যাসিড দেহকোষে জমিতে থাকে। এই বেশী পরিমাণ হোমোজেনটিক অ্যাসিডকে অ্যালকাপটনও (Alkapton) বলা হয়। বেশী পরিমাণ অ্যালকাপটন যে ব্যক্তির প্রস্রাবে পাওয়া যায়, তাহাকে অ্যালকাপটোনিউরিয়া রোগী বলা হয় এবং এই রোগকে অ্যালকাপটোনিউরিয়া (Alkaptonuria) বলা হইয়া থাকে। অ্যালকাপটোনিউরিয়া রোগীকে চিহ্নিত করা খুবই সহজ ব্যাপার। কারণ যে ব্যক্তি এই রোগে আক্রান্ত হয়, তাহার প্রস্রাবের প্রতি একটু লক্ষ্য করিলেই দেখা যাইবে যে, ঐ প্রস্রাবের অ্যালকাপটন বাতাসের সংস্পর্শে আসিবার ফলে অক্সিডাইজড হইয়া প্রস্রাবের রং ধীরে ধীরে হলুদ, বাদামী ও পরিশেষে গাঢ় কালো হইয়া যাইতেছে। সাধারণতঃ এই রোগীর অল্প কোন বৈলক্ষণ্য দেখা যায় না, কিন্তু বয়স বাড়িবার সঙ্গে সঙ্গে অ্যালকাপটন পরীরের কাটিলেজগঠিত জারগাগুলিতে,

যথা—কান, নাক ইত্যাদিতে জমিয়া যায়; কলে ধীরে ধীরে ঐ জারগাগুলি গাঢ় কালো হইতে থাকে। কখনও কখনও এই লক্ষণ যকের Fibrous tissue ও চোখের সাদা অংশে (Sclera) পর্যন্ত দেখা যায়।

উপরিউক্ত আলোচনা হইতে ইহা বুঝা যাইতেছে যে, হুইট অ্যামিনো অ্যাসিডের

বিণাকের পথ কত জটিল এবং ঐ বিণাকের পথে জিন-নির্দেশিত প্রকৃত এনজাইম প্রক্রিয়াগুলি চলিবার সময় কোন পর্যায়ে বিঘ্ন ঘটিলে আমাদের দেহে যে বিভিন্ন রোগ ও বৈলক্ষ্য প্রকাশ পায়— তাহা সত্যই বিস্ময়কর। স্বাস্থ্যের দেহের অভ্যন্তর অ্যামিনো অ্যাসিডগুলির ক্ষেত্রেও অসুস্থরূপ কথাই প্রযোজ্য।

বিজ্ঞান-সংবাদ

সৌরজগতের উৎপত্তি সম্পর্কে

নূতন মতবাদ

বিশ্ববিখ্যাত বিজ্ঞানী ডক্টর হারল্ড সি. উরি চাঁদ ও সৌরজগতের উৎপত্তি সম্পর্কে একটি নূতন মতবাদ উপস্থাপিত করেছেন। তাঁর এই মতবাদ প্রমাণিত হলে অ্যাপোলো-15-এর চাঁদের পার্শ্বত্যা এলাকার অভিবান খুবই তাৎপর্যপূর্ণ হয়ে উঠবে এবং বিজ্ঞানী মহলে আলোড়ন সৃষ্টি করবে।

আমেরিকার চান্স-বিজ্ঞানীদের মধ্যে প্রধান ডক্টর উরি বলেছেন যে, সৌরজগতে যে সকল গ্রহ রয়েছে, আদিতে তারা ছিল চাঁদেরই মত গ্রহ। চাঁদ যে সব উপাদানে গঠিত, সেই সবই ছিল পৃথিবীসহ সকল গ্রহের মূলে। আদি পূর্ব থেকে সে দিন যে সকল চাঁদ বেঁচে এসেছিল, তাদের মধ্যে আজ ঐ একটি মাত্রই অবশিষ্ট রয়েছে।

ক্যালিফোর্নিয়া বিশ্ববিদ্যালয়ের নোবেল পুরস্কার-বিজয়ী বিজ্ঞানী ডক্টর উরি জাতীয় বিমান বিজ্ঞান ও মহাকাশ সংস্থার হিউস্টন কেন্দ্রে এক সাক্ষাৎকারে তাঁর নূতন মতবাদ সংক্ষেপে ব্যাখ্যা করে বলেন। চাঁদ ও পৃথিবীর সৃষ্টি সম্পর্কে প্রচলিত মত—একই সময়ে পৃথিবীর মতই সৌরজগতের

অপর অংশে সৃষ্ট হয় চাঁদ, পরে পৃথিবীর আকর্ষণে তারই আওতায় এসে চাঁদ বন্দী হয়ে পড়ে।

কিন্তু ডক্টর উরির মতে, অ্যাপোলো-15-এর অভিবাজীরা যে চাঁদে তথ্যসন্ধানী অভিবান চালান, সেই চাঁদ ও পৃথিবী একই সময়ে সৃষ্ট হয় নি; বরং সৃষ্টির উদ্যোগে সকল গ্রহ ও পৃথিবীর আদি মাতা হিসাবে যে সকল চাঁদের সৃষ্টি হয়েছিল, তাদের মধ্যে অবশিষ্ট ঐ শেষ চন্দ্র গ্রহটিতেই মার্কিন মহাকাশচারীরা আর একবার অবতরণ করেছেন। মহাকাশচারী ডেভিড হুট ও জেমস্ আরউইন চাঁদের বিতর্ক হেডলী নদী ও অ্যাপেনাইন পার্শ্বত্যা এলাকার অবতরণ করেন। এটিই চাঁদের প্রাচীনতম এলাকা—মাত্র এই প্রথম ঐ এলাকা সম্পর্কে কেবলমাত্র প্রত্যক্ষভাবে জ্ঞান সঞ্চয়েই সক্ষম হয় নি, তারা যে সকল তথ্য সংগ্রহ করেছেন, তা সূর্যের চারদিকে যে সকল গ্রহ আবর্তিত হচ্ছে, তাদের সৃষ্টি-রহস্য ও উৎসের উপরও আলোকপাত করবে।

গ্রহমণ্ডলী ও চাঁদের উৎপত্তি নিয়ে ডক্টর উরি বহুকাল ধরে গবেষণা করছেন। আজ একেত্রে ধারা রয়েছে, তাঁদের মধ্যে ডক্টর উরি অন্যতম বিশিষ্ট বিজ্ঞানী। তাঁর ধারণা, এই মতবাদ বিজ্ঞানী মহলে বিতর্ক সৃষ্টি করবে। তবে তিনি

বনে করেন, গ্রহমণ্ডলীর সৃষ্টি সম্পর্কে এটাই একমাত্র বুদ্ধিসম্মত ব্যাখ্যা হতে পারে।

ডক্টর উরি বলেন যে, পদার্থ-বিজ্ঞানের নিয়মের সঙ্গে এবং পূর্ববর্তী অ্যাণোলো চন্দ্রাভিবানের সাহায্যে চন্দ্র সম্পর্কে যে সকল তথ্য সংগৃহীত হয়েছে, সেই সকল তথ্যের সঙ্গে এই মতবাদের সামঞ্জস্য রয়েছে।

মোটামুটিভাবে ডক্টর উরি বলতে চেয়েছেন যে, সাড়ে চার-শ' কি পাঁচ-শ' কোটি বছর পূর্বে অতি প্রচণ্ড বেগে ঘূর্ণায়মান মহাকাশের আদি সূর্য ঘন গ্যাসে পূর্ণ গোলাকার একটি বিরাট বতুলের রূপ ধারণ করে। কোন গতিশীল বস্তুর ভর বা মাস এবং তার গতিবেগের গুণফল হচ্ছে মোমেন্টাম। জ্যোতিঃপদার্থ-বিজ্ঞানের নিয়ম অঙ্ক-সারে কৌণিক মোমেন্টাম (অ্যাঙ্গুলার মোমেন্টাম) সংরক্ষণের জন্তে আদি সূর্যের ভর বা মাস গ্যাস বিপুল পরিমাণে ছাড়তে হয়েছে। এই সকল তেজস্ক্রিয় গ্যাস মহাকাশে ছড়িয়ে পড়ে ও বিভক্ত হয়ে যায়। এরাই চন্দ্রগ্রহের মূল উপাদান। ঐ সকল গ্যাস প্রথম চাঁদের মত গ্রহে এবং পরে ঐ সকল চন্দ্রগ্রহ সৌর-মণ্ডলীর অন্তর্গত গ্রহে রূপান্তরিত হয়।

ডক্টর উরি বলেন যে, মহাকাশে যে ধূলিকণা ছিল, তাদের সঙ্গে সূর্য থেকে বিচ্ছুরিত ঐ বাষ্পের সংঘর্ষ ঘটে। ফলে ঐ সকল ধূলি উত্তপ্ত হয় এবং বাষ্পপুঞ্জ ভেঙ্গে ভেঙ্গে খণ্ডিত হয়ে যায়। যে অভিকর্ষ শক্তির ক্ষেত্র তারা প্রস্তুত করেছিল, তারা তারই প্রতাবাধীন হয়ে পড়ে। যদি কোন বস্তু ঐ সকল বাষ্পের মত লক্ষ লক্ষ মাইল জুড়ে বিরাজ করে, তবে তার অভিকর্ষ শক্তি প্রচণ্ড হয়ে ওঠে। কোন একটি স্থানে সাধারণ একটি বস্তুর অভিকর্ষ শক্তি খুব প্রবল হয় না।

সেই উত্তপ্ত বাষ্পকরাণি আশেপাশের আরও ধূলিকণাকে টেনে নেয় এবং চন্দ্রগ্রহের মত গ্রহে

পরিণত হয়। ডক্টর উরির মতে, চাঁদ যে অবিকৃত রয়েছে, অল্প গ্রহের সঙ্গে চাঁদের যে কোন রকম সংঘর্ষ হয় নি, তার মূল রয়েছে কোন আকস্মিক কারণ। তিনি বলেন যে, সৃষ্টির আদিতে যে সকল চাঁদের সৃষ্টি হয়েছিল, তাদের মধ্যে ঐ একটি মাত্রই আজও বেঁচে রয়েছে। ঐ চাঁদেই সৌর-মণ্ডলীর বিভিন্ন গ্রহ গঠনের মূল উপাদান রয়েছে।

ডক্টর উরি বলেন, এই অতিমত একাঙ্কভাবে তাঁরই। তবে বিশ্ববিখ্যাত ব্রুটন জ্যোতির্বিজ্ঞানী ডক্টর জেম্‌স্‌ জীল বিংশ শতাব্দীর প্রারম্ভে প্রথম এই আভাস দিয়েছিলেন। তারপর তিনিই এই বিষয়টি নিয়ে গবেষণা করেন।

পশুখাত্ত হিসাবে খবরের কাগজ

ভবিষ্যতে এমন দিন হয়তো আসবে, যখন গবাদি পশু, ভেড়া ও ছাগলকে খাদ্য হিসাবে পরিত্যক্ত খবরের কাগজও দেওয়া হবে। তার ফলে আজ চাষের জমি নিয়ে যে এত কাড়াকাড়ি, তার অনেকখানি সুরাহা হয়ে যাবে। তাছাড়া, পরিত্যক্ত খবরের কাগজ জলবায়ু দূষিতকরণের ক্ষেত্রে যে সমস্যার সৃষ্টি করে, সেই সমস্যাও সমাধান হবে।

আমেরিকার খবরের কাগজের সংখ্যা দিন দিনই বেড়ে যাচ্ছে। পড়া হয়ে যাবার পর এই সকল খবরের কাগজ যে কোথায় ফেলা হবে, কোথায় রাখা হবে, সে একটা সমস্যা হয়ে দাঁড়িয়েছে।

আমেরিকার মেরিল্যান্ডের বেলটস্‌ভিলের কৃষিগবেষণা কৃত্যকের পশু-বিজ্ঞানী ডক্টর ডেভিড এ. ডিনিয়াস খবরের কাগজ পশুখাত্ত হিসাবে ব্যবহার করা যায় কিনা, সে বিষয়ে পরীক্ষা করে দেখছেন। তিনি কৃত্রিম উপায়ে শীতকালীন পরিবেশ সৃষ্টি করে অন্যান্য খাত্তের সঙ্গে খড়ের বদলে খবরের কাগজের গুঁড়া ও গুড় মিশিয়ে গবাদি পশুকে খাইয়েছেন। অন্যান্য খাত্তবস্তুর মধ্যে ছিল সরাবীন ও তুটোর গুঁড়া, কিছুটা সৈন্ধব লবণ,

টিমোবি বাস ও ডিক্যালনিয়াস কস্বেট। শতকরা 8, 16 ও 24 ভাগ—এই হারে ধবরের কাগজের খঁড়া ঐ সকল বস্তুর সঙ্গে মেশানো হয়েছিল।

বলদের বেলায় দেখা গেছে, ধবরের কাগজের পরিমাণের তুলনায় ঝড়ের পরিমাণ কম থাকলে তারা তা গ্রহণ করে নি। ধবরের কাগজের কালি কোন প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি করে নি। এই খাদ্য গ্রহণের কালে তাদের দৈহিক ওজনও হ্রাস পায় নি। তারপরে তাদের মাংস, হাড় ইত্যাদি পরীক্ষা করে দেখা হয়েছে। এসব খাদ্যের কোন রকম বিকল্প প্রতিক্রিয়ার প্রমাণ ঐ সকল পক্ষীর দেহের কোন অংশেই পাওয়া যায় নি।

ডক্টর ডিনিয়াস এই প্রসঙ্গে বলেছেন যে, পক্ষীদের খাদ্যের অন্ততঃ 8 শতাংশ ঝড়ের বদলে ধবরের কাগজ দেওয়া যেতে পারে। এতে কোন রকম ক্ষতি হবার আশঙ্কা নেই।

গোলমাল বন্ধ করবার উপায়

যে সকল চিকিৎসক সোভিয়েট ইউনিয়নের চিকিৎসা-বিজ্ঞান আকাডেমির প্রমজীবী মাস্ত্রয়ের রোগ ও স্বাস্থ্যরক্ষা, গোলমাল ও স্পন্দন সংক্রান্ত গবেষণাগারে গবেষণা চালিয়ে যাচ্ছেন, তাঁরা কোরপোন্ত পদার্থ-রাসায়নিক ইনস্টিটিউটের গবেষকদের সহযোগে গোলমাল নিরস্ত্রণের একটি কার্যকরী বস্ত্র আবিষ্কার করেছেন। তাঁদের উদ্দেশ্য হলো, শিরসংস্থা গোলমালের হাত থেকে কানকে রক্ষা করা। নতুন পদ্ধতিটি সোভিয়েট ইউনিয়নের বড় বড় কলকারখানার পরীক্ষার উত্তীর্ণ হয়েছে।

শিরসংস্থা এবং অন্যান্য জায়গায় গোলমাল বন্ধ করবার জন্তে চেষ্টা চালানো হচ্ছে, কারণ মাস্ত্রয়ের উপর গোলমালের প্রভাব খুবই ক্ষতিকর। এতে শুধু যে কানেরই ক্ষতি হয়, তা নয়। এতে হৃদযন্ত্র এবং শ্বাসযন্ত্রেরও ক্ষতি হয়। গবেষণার ফলাফল থেকে জানা যায় যে, অতিরিক্ত মাত্রায় গোলমাল শরীরের পক্ষে বিশেষভাবে ক্ষতিকর।

সাম্প্রতিক কালে এটা দেখা গেছে—যে সকল লোককে অত্যন্ত গোলমালের মধ্যে কাজ করতে হয়, তাঁরা উচ্চ রক্তচাপ এবং পেটের আলসারে ভোগেন। তাছাড়া গোলমালের জন্তে মনঃসংযোগ নষ্ট হয়, ক্রান্তি বাড়ে, কলে উৎপাদনক্ষমতা কমে যায়।

শ্রমিকদের রক্ষণ-ব্যবস্থা, বিশেষ করে গোলমালজাত রোগ থেকে তাদের রক্ষা করাই হলো প্রতিবেদক ব্যবস্থার কাজ। প্রতিবেদক ব্যবস্থার প্রধান উদ্দেশ্য হলো, গোলমাল যথাসম্ভব কমিয়ে আনা। যাহোক, আলাদাতাবেও যে কেউ রক্ষণ-ব্যবস্থা করতে পারে। অনেক ক্ষেত্রেই তা সহজে ও সম্ভার করা যায়। তার মধ্যে আছে গোলমাল নিরস্ত্রণের জন্তে বিশেষ তুলামিশ্রিত পশমের প্যাড, প্রাগ ও চাকুতি প্রভৃতি।

বর্তমানে সোভিয়েট ইউনিয়ন গোলমাল কমানোর জন্তে একটি কার্যকরী বস্ত্র প্রচুর পরিমাণে উৎপাদন করেছে। এই বস্ত্রটি পলিমার তন্ত দিয়ে তৈরি। এই তন্ত দেখতে অনেকটা নরম ক্রানের মত। এই বস্ত্রটি যখন ভাঁজ করে কানে লাগানো হয়, তখন গোলমালের আওয়াজ অনেক কমে যায়। তার কলে হট্টোগেলের জায়গায়ও একজন মাস্ত্র দীর্ঘ সময় ধরে কাজ করতে পারে এবং তাতে তার স্বাস্থ্যের কোন ক্ষতি হয় না।

সমাজ-বিজ্ঞান ও সমাজ-বিজ্ঞানী

মিনতি চক্রবর্তী

কতকগুলি মানুষ নিয়ে গঠিত হয় এক-একটি পরিবার, যাদের মধ্যে থাকে আত্মীয়তার এক নিবিড় বন্ধন। এরকম বহুসংখ্যক পরিবার নিয়ে গঠিত হয় এক-একটি সমাজ আর এই সমাজসম্পর্কিত যে বিজ্ঞান, তার নাম হলো সমাজ-বিজ্ঞান। বর্তমানে আমাদের আলোচনার বিষয়বস্তু হলো এই সমাজ-বিজ্ঞানের প্রকৃত অর্থ ও সমাজ-বিজ্ঞানীর বিভিন্ন ভূমিকা সম্পর্কে।

প্রাণী-জগতের অন্তর্গত প্রাণী থেকে মানুষের রীতি-নীতি ও আচার-ব্যবহার সম্পূর্ণ ভিন্ন। মানুষ হলো সামাজিক জীব, সে গোষ্ঠীবদ্ধ জীবন-যাপন করে। মানুষের এই গোষ্ঠীবদ্ধ জীবনের বিভিন্ন রকমের আকৃতি আছে, সে সামাজিক রীতি-নীতি ও আইন-শৃঙ্খলাকে অঙ্গগ্রহণ করে, সামাজিক প্রতিষ্ঠান ও তার প্রতিটি কাজের সামাজিক মূল্য ও স্বীকৃতি তৈরি করে। সমাজ-বিজ্ঞান মানুষের এই প্রতিটি কাজকে বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গী দিয়ে অঙ্গগ্রহণের জন্তে বৈজ্ঞানিক পদ্ধতির প্রয়োগ করে।

প্রতিটি মানবগোষ্ঠী অপর মানবগোষ্ঠীর সঙ্গে পারস্পরিক সহযোগিতার জীবনধারণ করে, অতএব সমাজ-বিজ্ঞানের মুখ্য শিকার কেন্দ্র হলো মানুষের এই গোষ্ঠীবদ্ধ জীবন বা সমাজময়তাকে (Socialness) শিকার করা। এই গোষ্ঠীবদ্ধ জীবনকে কোনও স্তরের উপর নির্ভর করে সাধারণ শ্রেণীভুক্ত করতে সমাজ-বিজ্ঞানীরা এই গোষ্ঠীবদ্ধ জীবনের প্রতিটি পদক্ষেপকে পুঙ্খানুপুঙ্খভাবে লক্ষ্য করেন। এক কথায় মানবজাতির সামাজিক জীবনের গঠন-প্রণালীকে বৈজ্ঞানিক

দৃষ্টিভঙ্গী দিয়ে ব্যাখ্যা করা ও অঙ্গগ্রহণ করাকে বলা হয় সমাজ-বিজ্ঞান।

মানুষের সমাজবদ্ধ হয়ে বাস করবার প্রবণতা রয়েছে বলে সে একটি সমাজের সৃষ্টি করে। সেই সমাজের মধ্যে থাকে সংস্থা (Organisation), প্রতিষ্ঠান (Institution), জনসংখ্যা, স্থান ও কালের প্রভাব এবং সর্বোপরি মানবজাতির জীবনধারণের প্রচেষ্টা। জনসংখ্যার মধ্যে অঙ্গভুক্ত হয় প্রতিটি মানুষ—স্ত্রী ও পুরুষ। সমাজ-বিজ্ঞানীরা এই সমাজেরই বৈজ্ঞানিক অঙ্গগ্রহণ করেন—কিভাবে একে অপরকে জীবন-ধারণের জন্তে পারস্পরিক সহযোগিতা করেছে। সুতরাং সমাজ-বিজ্ঞানকে সংযোগ-সাধনকারী বা শ্রেণীবদ্ধকারী বিজ্ঞান বলা যেতে পারে, যা মানবগোষ্ঠীর বিভিন্ন ধারা ও আকৃতিকে অঙ্গগ্রহণ করে তা থেকে কি সমস্তার উদ্ভব হয়েছে, তা মানবগোষ্ঠীর সামনেই ভুলে ধরে এক নতুন মতবাদ ও প্রকল্পের সৃষ্টি করে। সমাজ-বিজ্ঞান সমাজের মত জটিল জিনিষের বিভিন্ন তথ্য লোকসমক্ষে প্রকাশিত করে, যা না করলে সমাজের সংস্কারসাধন সম্ভব নয়। সমাজ-বিজ্ঞানের মতবাদ ও তথ্যের উপর ভিত্তি করেই কাজ করেন সমাজ-সংস্কারক, সমাজসেবী ও কল্যাণরতী পরিকল্পক (Welfare-planners)।

সমাজ-বিজ্ঞানের পাঠের যে সব ক্ষেত্র আছে, তা হলো 1) সংবাদ জ্ঞাপন ও জনমত, 2) অপরাধ-বিজ্ঞান, 3) গণ-আকৃতি (Demography), 4) পরিবার, 5) গ্রন্থশিল্প সংক্রান্ত সমাজবিজ্ঞান, 6) চিকিৎসাবিজ্ঞান বিষয়ক সমাজ-বিজ্ঞান, 7) সামাজিক অঙ্গগ্রহণের রীতিভঙ্গি,

8) পেশা সংক্রান্ত সমাজ-বিজ্ঞান, 9) রাজনৈতিক সমাজ-বিজ্ঞান, 10) জাতিগত সম্পর্ক, 11) গ্রামীণ সমাজ-বিজ্ঞান, 12) সামাজিক বিশ্বশ্রুতি, 13) সামাজিক মনস্তত্ত্ব, 14) সামাজিক স্তরবিজ্ঞান, 15) সমাজতাত্ত্বিক মতবাদ, 16) শিল্পকলার সমাজ-বিজ্ঞান, 17) জটিল সংস্থার সমাজ-বিজ্ঞান, 18) শিকার সমাজ-বিজ্ঞান, 19) আইনের সমাজ-বিজ্ঞান, 20) ধর্মের সমাজ-বিজ্ঞান, 21) ক্ষুদ্র গোষ্ঠীর সমাজ-বিজ্ঞান প্রভৃতি।

উপর্যুক্ত অংশগুলিতে যে কেবল সমাজ-বিজ্ঞানের একচেটিয়া অধিকার আছে তাই নয়, অসংখ্য বিষয়ের মধ্যেও এগুলির কিছু কিছু অন্তর্ভুক্ত হয়। উদাহরণস্বরূপ সংবাদ জ্ঞাপন ও জনমত বিভাগটি মনোবিজ্ঞান, রাষ্ট্র-বিজ্ঞান ও পুলিশ-বিজ্ঞানের অন্তর্ভুক্ত হয়। তাছাড়া সমাজ-বিজ্ঞানের শিকার ক্ষেত্র মনোবিজ্ঞান ও নৃ-বিজ্ঞানের সঙ্গে অজানীভাবে জড়িত হওয়ার এদের মধ্যে সীমারেখা টানা খুব কঠিন।

সমাজ-বিজ্ঞানের কাজ কি?

সামাজিক নিয়ন্ত্রণ এর প্রধান কাজ হিসাবে বিবেচিত। সমাজের কৃত্রিম পরিবর্তনের জন্তে এর দায়িত্ব খুব বেশী। এর অল্পতম প্রধান আর একটি কাজ হলো, বৃহত্তর মানবজাতির কল্যাণ-সাধনের জন্তে সমাজকে রক্ষা করা। সেই জন্তে সমাজে নিয়ত যে পরিবর্তন সাধিত হচ্ছে, তা অহুশীলন করে—সেই পরিবর্তন কেন হচ্ছে, এবং তার গতিই বা কোন্ দিকে ও তার কলাকলই বা কি, তা নির্দেশ করা এর অল্পতম প্রধান কর্তব্য। সমাজ-বিজ্ঞান সেই সামাজিক প্রক্রিয়ারই অহুশীলন করে, যা কোনও নতুন প্রতিষ্ঠানের জন্ম দেয় বা পুনর্গঠনের সাহায্য করে অথবা সমাজের বিশ্বশ্রুতি অবস্থার সৃষ্টি করে। এই অহুশীলনের উপর ভিত্তি করেই বলি হয় সামাজিক প্রকল্প বা সামাজিক নীতি।

মানবজাতির বাস্তব জীবন সম্পর্কে অহুশীলন করে এবং তার বিভিন্ন সমস্যাবলী সম্পর্কে আলোকপাত করে বলেই এই বিজ্ঞানের নাম বাস্তব-বিজ্ঞান। রসায়ন, পদার্থবিজ্ঞানের অহুশীলনের ক্ষেত্র যেমন পরীক্ষাগার এবং পরীক্ষাগারের বহুগাতি, সমাজ-বিজ্ঞানের পরীক্ষাগারও সেই রকম মানবসমাজ এবং বিভিন্ন মানবগোষ্ঠী হলো তার বিভিন্ন বহুগাতি।

বিশুদ্ধ সমাজ-বিজ্ঞান ও ব্যবহারিক সমাজ-বিজ্ঞান

প্রতিটি বিজ্ঞানেরই যেমন দুটি দিক থাকে—একটি বিশুদ্ধ দিক ও অপরটি ব্যবহারিক দিক, সমাজ-বিজ্ঞানেরও সেই রকম দুটি দিক আছে। বিশুদ্ধ বিজ্ঞানের অর্থ হলো জ্ঞানের অহুশীলন। এই জ্ঞানের বাস্তব ব্যবহারের দিকে খুব বেশী নজর দেওয়া হয় না। বাস্তব-বিজ্ঞান হলো যাহুয়ের দৈনন্দিন বা বাস্তব জীবনের ব্যবহারিক সমস্যা দূরীকরণের জন্তে বৈজ্ঞানিক জ্ঞানের অহুশীলন। একজন সমাজ-বিজ্ঞানী যখন বস্তী-বাসীদের সামাজিক গঠন সম্পর্কে শিক্ষালাভ করেন, তিনি তখন হলেন বিশুদ্ধ সমাজ-বিজ্ঞানী আর যখন তিনি শিক্ষালাভ করেন—কিভাবে বস্তীবাসীদের মধ্যে অপরাধপ্রবণতা দূর করা যায়, তখন তিনি হলেন প্রযুক্তি সমাজ-বিজ্ঞানী।

সমাজ-বিজ্ঞানের মূখ্য উদ্দেশ্য বেছেছ বৃহত্তর মানবগোষ্ঠীর কল্যাণসাধনের উপায় খির করা, প্রযুক্তি সমাজ-বিজ্ঞানের দায়িত্ব সেই জন্তে খুব বেশী। প্রযুক্তি সমাজ-বিজ্ঞানের প্রধান কাজ সমাজের পুনর্গঠন।

ব্যবহারিক সমাজ-বিজ্ঞানের কাজের ক্ষেত্র দেশ থেকে দেশে, সমাজ থেকে সমাজে, সংস্কৃতি থেকে সংস্কৃতিতে তফাৎ হয়। কোনও এক দেশের সামাজিক সমস্যা অন্য দেশ থেকে

উকাং হয় বা কোনও একটি বিশেষ সময়ে দেশের সামাজিক সমস্তা অন্য দেশের সেই সময়ের সামাজিক সমস্তা নাও হতে পারে। কিন্তু এর মধ্যে কতকগুলি সামাজিক সমস্তা আছে, বা সমস্ত দেশেই এক; যেমন—বুদ্ধের পরে দেশে হুতিক প্রভৃতি হয়ে যে সামাজিক সমস্তার উদ্ভব হয়, তা সমস্ত দেশের ক্ষেত্রেই এক।

প্রযুক্তি সমাজ-বিজ্ঞানে সামাজিক সমস্তাকে দুটি ভাগে ভাগ করা যায়—(১) সামাজিক বিপ্লবের সমস্তা, (২) সামাজিক পুনর্গঠনের সমস্তা। প্রথম শ্রেণীতে অন্তর্ভুক্ত হয় বিপ্লব-গামীদের সমস্তা, অপরাধপ্রবণতা, অনাথা, মানসিক বিপ্লব, অন্ধ, বিকৃত মস্তিষ্ক ও পঙ্গু সমস্তা। এইখানে কাজের জন্তে যে পদক্ষেপ নেওয়া উচিত, তা হলো উপশমকারী, আরোগ্যকারী ও পুনর্বাসিতকারী; অর্থাৎ এমন কিছু করতে হবে, যা গরীবকে করবে সাহায্য, পঙ্গু বা অন্ধদের দেবে শিক্ষা, অপরাধীদের করবে মানসিক পুনর্গঠন। সুতরাং এই পদ্ধতিটিতে রক্ষাকারী অপেক্ষা আরোগ্যকারীর ভূমিকা অনেক বেশী।

দ্বিতীয় শ্রেণীতে অন্তর্ভুক্ত হয় শিশু, যুবা, নারী ও শ্রমিকের উন্নতিসাধন, গৃহ-সমস্তার সমাধান, শিক্ষা-সমস্তার সমাধান প্রভৃতি। এই সব ক্ষেত্রে রক্ষাকারী ও গঠনকারীর ভূমিকাকে অবলম্বন করা হয় আর এক্ষেত্রে যে সব যন্ত্রণের দিকে নজর দেওয়া হয়, তারা সকলেই স্বাভাবিক কিন্তু দুর্বল।

আগে আমাদের দেশে ব্যবহারিক সমাজ-বিজ্ঞানের দিকে খুব বেশী নজর দেওয়া হয় নি। বর্তমানে গত কয়েক বছরের মধ্যে কিছু কিছু সংস্থা এদিকে বিশেষভাবে নজর দিয়েছেন, যথা বিদ্যোতম Council for Social Development ও Delhi School of Social Work, বম্বেতে Tata Institute of Social Science,

কলিকাতার ও আমেরিকাবাদে Indian Institute of Business Management, কলিকাতার Statistical Institute, হায়দরাবাদে National Institut of Community Development, পাটনাতে Anugraha Narayan Sinha Institute of Social Science, আগ্রাতে Institute of Social Science, মেদিনীপুরে Institute of Social Science & Applied Anthropology প্রভৃতি। এছাড়াও কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের সমাজতাত্ত্বিক বৃত্ত বিভাগ ও ভারত সরকারের Anthropological Survey of India-র সমাজতাত্ত্বিক বৃত্ত বিভাগ প্রযুক্তি সমাজ-বিজ্ঞানের দিকে বিশেষভাবে দৃষ্টিপাত করেছেন।

কিন্তু আমাদের দেশের সাধারণ নাগরিক এখন পর্যন্ত তার সামাজিক সিদ্ধান্তের জন্তে সমাজতাত্ত্বিক জ্ঞানের উপর নির্ভর করেন না বা আশ্রয়গ্রহণ করেন না। যদি উপরিউক্ত সংস্থাসমূহ প্রযুক্তি সমাজ-বিজ্ঞানের দিকে বম্বেটে দৃষ্টিপাত করেন ও জাতি হিসেবে আমরা আমাদের সামাজিক সমস্তা সমাধানের জন্তে সামাজিক নীতির আশ্রয় গ্রহণ করি, তবে আমাদের অসংখ্য সমস্যাভরিত সমাজকে তদ্বিঘাতে আমরা অনেকাংশে সমস্যামুক্ত করতে সক্ষম হবো।

সমাজসেবামূলক কাজ

অনেকে সমাজসেবামূলক কাজকে ও প্রযুক্তি সমাজ-বিজ্ঞানকে এক শ্রেণীভুক্ত করেন। হুটিরই উদ্দেশ্যে যদিও এক, পদ্ধতি কিন্তু ভিন্ন। সমাজ সেবার প্রধান লক্ষ্য হলো সামাজিক কাজের সঙ্গে সহযোগিতা করা, তা বিশ্লেষণ করে কোনও নীতি বা পদ্ধতি নির্ধারণ নয়। বরঞ্চ সমাজসেবীরা তাঁদের কাজের সুবিধার জন্তে সমাজ-বিজ্ঞানের পদ্ধতি বা বিশ্লেষণের সহায়তা নিতে পারেন,

কিন্তু তাঁরা কোন প্রকল্প বা মতবাদ দিতে পারেন না। সমাজসেবাকে সমাজ-বিজ্ঞানের এক অঙ্গ হিসেবে ধরা যেতে পারে।

জনপ্রিয় সমাজ-বিজ্ঞান

আমাদের দেশে যে সব জনপ্রিয় পত্র-পত্রিকা আছে, তাতে অনেক সময় অনেক লেখকের সমাজতাত্ত্বিক বিষয়বস্তু নিয়ে লেখা দেখতে পাওয়া যায়। এই সব রচনার মধ্যে অধিকাংশ রচনাই হলো অপর্যাখ্যত্ব, পারিবারিক জীবন, বৌনসংক্রান্ত সমস্যা, শিক্ষাসংক্রান্ত সমস্যা, সামাজিক শ্রেণীবৈষম্য প্রভৃতি বিষয়ে। অনেক-সময় এই সকল রচনা সমাজ-বিজ্ঞানীদের কাছে খুব মূল্যবান হয়ে ওঠে। সেগুলি থেকে তাঁরা বিভিন্ন সামাজিক সংস্থা সম্পর্কে অনেক সূত্রের সন্ধান পান, বা তাঁদের বৈজ্ঞানিক অন্বেষণে বিশেষভাবে সাহায্য করে।

বিভিন্ন ভূমিকায় সমাজ-বিজ্ঞানী

মানবসমাজে বিজ্ঞানীর দায়িত্ব খুব বেশী, সেই-জন্তে ভূমিকাও তাঁর খুব গুরুত্বপূর্ণ। সমাজ-বিজ্ঞানীর ভূমিকা একদিকে যেমন সমাজতত্ত্বের বিজ্ঞানী হিসাবে বা কলাকুশলী ব্যক্তি (Technician) হিসাবে, তেমন নাগরিক হিসাবে তাঁর ভূমিকা হলো সমাজের সভা হিসাবে। প্রতিটি ভূমিকাই একে অল্প থেকে সম্পূর্ণ পৃথক হলেও সমাজ-বিজ্ঞানীকে প্রতিটি ভূমিকাই অবলম্বন করতে হবে।

বৈজ্ঞানিক হিসাবে সমাজ-বিজ্ঞানী

বৈজ্ঞানিক হিসাবে সমাজ-বিজ্ঞানীর প্রাথমিক কর্তব্য হলো সমাজ ও মানবমন থেকে অমূলক, অযৌক্তিক ধারণা ও কুসংস্কারের আবির্ভাবা বুদ্ধিমত্তা দিয়ে পরিষ্কার করা। এই সকল আবির্ভাবাপূর্ণ চিন্তাধারা আমাদের সামাজিক উন্নতির ব্যাঘাত-

বন্ধন। সমাজ-বিজ্ঞানীরা এই ভাবে আমাদের সাহায্য করতে পারেন—বংশগতি, জাতিগত পার্থক্য প্রভৃতি সম্পর্কে যে অমূলক ধারণা আমাদের মধ্যে আছে, তাঁর কবর দিতে।

সমাজতাত্ত্বিক ভবিষ্যদ্বাণীর মাধ্যমে

বিজ্ঞানী হিসাবে সমাজ-বিজ্ঞানীর অল্পতম আর এক কর্তব্য হলো, সামাজিক নীতি নির্দেশের মাধ্যমে সমাজতাত্ত্বিক ভবিষ্যদ্বাণী তৈরি করা। উন্নয়নশীল দেশসমূহ, বিশেষতঃ পাশ্চাত্যদেশসমূহের বড় বড় কর্মহীনসমূহ ও আইনসংস্থাসমূহ সমাজ-বিজ্ঞানীর সামাজিক নীতির আশ্রয় গ্রহণ করে। প্রতিটি বড় বড় নীতিরই সমাজের বর্তমান ও ভবিষ্যৎ সংগঠন সম্পর্কে কতকগুলি সিদ্ধান্ত থাকে। উদাহরণস্বরূপ, যখন এক আইন প্রণয়নকারী ব্যবস্থাপক বলেন যে, ‘বিভাগলগুলিকে তাদের বর্তমান উপার্জনের অর্ধ থেকে কাজ করতে হবে’, আইন প্রণয়নকারী তখন এই ধারণা করে নেন যে, বর্তমান বিভাগলগুলির তহবিল যথেষ্ট—শিশুদের সমাজের জন্তে তৈরি করবার পক্ষেও এই তহবিলের উপর নির্ভর করেই তাকে আরও পঁচিশ বা তিরিশ বছর জীবন কাটাতে হবে। কিন্তু সেই একই আইন প্রণয়নকারী যখন বলেন যে, ‘আমরা আমাদের বিভাগলয়ের তহবিল যথেষ্ট বাড়াবো’ তখন তিনি আগের মন্তব্য থেকে ঠিক বিপরীত মন্তব্যই পেশ করলেন। এই ভাবে প্রতিটি নীতি-নির্দেশমূলক রায়ের মধ্যেই এক অঙ্কুরিত সিদ্ধান্ত তৈরি করা থাকে, যা ভবিষ্যতের সমাজ সম্পর্কে আলোকপাত করে। শুধু তাই নয়, এই ভবিষ্যদ্বাণী আমাদের সামাজিক বোঝনার ধারা সম্পর্কে ব্যাখ্যা করতে সাহায্য করে, যার মধ্যে আমাদের পরবর্তী দুই বা তিন বংশকে বসবাস করতে হবে।

সমাজতাত্ত্বিক ভবিষ্যদ্বাণী কোনও বিশেষ নীতির সম্ভাব্য কলাকল সম্পর্কেও আমাদের আলোকপাত করে। প্রতিটি সামাজিক নীতির

নিজাঙ্গই হলো এক-একটি ভবিষ্যদ্বাণী। আমাদের সমাজ এখনও সমাজ-বিজ্ঞানীকে সামাজিক নীতি নির্ধারক বিষয়ের কারিগরী বিশেষজ্ঞের পদমর্যাদা দেয় নি, যা দেওয়া হয়েছে পাশ্চাত্য দেশসমূহে। সেখানে কোনও কোনও অঞ্চলে, বিশেষতঃ অপরাধতত্ত্ব ও আতিগতসম্পর্ক বিষয়ে সমাজ-বিজ্ঞানীর উপসংহারের উপর অনেক কিছু নির্ভর করে। সমাজ-বিজ্ঞানী ও মনোবিজ্ঞানীদের রায়ের উপর নির্ভর করে আমেরিকার সুপ্রিম কোর্টের সর্বোচ্চ বিচারালয়কে (Supreme Court) নিয়ম করতে হয়েছিল যে, স্বতন্ত্রীকৃত বিদ্যালয়গুলি সহজাতভাবে অসমান (Segregated schools are inherently unequal)। ওয়াশিংটন আমেরিকার সুপ্রিম কোর্টের Desegregation movement-এর বর্তমান রণকোশল সমাজ-বিজ্ঞানীর ভবিষ্যদ্বাণীর উপর প্রত্যক্ষভাবে নির্ভরশীল এবং সেই আন্দোলন অনেকাংশে সফল হয়েছে।

ব্যক্তি ও নাগরিক হিসাবে সমাজ-বিজ্ঞানী

বিজ্ঞানী হিসাবে সমাজ-বিজ্ঞানীর কর্তব্য সামাজিক নীতি তৈরি করা। ব্যক্তি ও নাগরিক হিসাবে সমাজ-বিজ্ঞানীর কর্তব্য হলো সমাজে তার মূল্য ও স্বীকৃতি দেওয়া এবং সেই নীতি পালন করা ও অপরকে দিয়ে পালন করানো। ব্যক্তি হিসাবে তার প্রাথমিক কর্তব্য হলো এই সব সামাজিক নীতির কর্মক্ষমতা (Workability) ও কাম্যতাকে (Desirability) বাড়িয়ে তোলা ও উদ্দীপিত করা।

নাগরিক হিসাবে সমাজ-বিজ্ঞানীর কর্তব্য হলো সমাজে যে সব কু-জিনিষ ঘটছে, তার কারণ বোঝবার কাজে পৃষ্ঠপোষকতা করা, সামাজিক সংস্কার ও উন্নতির কাজে সহায়তা করা ও কোনও ভাল কাজের সামাজিক মূল্যকে উপলব্ধি করা।

সমাজ-বিজ্ঞানী যখন বিজ্ঞানীর ভূমিকা অবলম্বন করেন, তখন তিনি বলতে পারবেন না যে,

সিনেমা বা থিয়েটারে হিংসাত্মক ছবি শিশুদের পক্ষে কতিপাকারক কি না, কিন্তু পিতা হিসাবে তিনি তাঁর নিজস্ব মতামত বলতে পারবেন যে, এই সব ছবি শিশুমনে কি রকম প্রতিক্রিয়ার সৃষ্টি করবে। বিজ্ঞানী হিসেবে সমাজ-বিজ্ঞানী হয়তো এমন এক সামাজিক নীতির বিশ্লেষণ করতে পারেন, যা হয়তো বিবাহ-বিচ্ছেদের হারকে কমাতে পারবে বা ঐ সম্পর্কিত অনেক সমস্যা দূরীকরণে সাহায্য করবে। কিন্তু বৈজ্ঞানিক হিসাবে তিনি কখনই সুপারিশ করতে পারবেন না যে, কোনও এক বিশেষ পাত্র বা পাত্রীকে কি রকম সমাজের পাত্র বা পাত্রী পছন্দ করলে বিবাহ-বিচ্ছেদ সমস্যার উদ্ভব হবে না, যা নাগরিক হিসাবে তার পক্ষে বলা খুব সহজ। বিজ্ঞানী হিসাবে সমাজ-বিজ্ঞানী হয়তো দেখাতে পারেন যে, অতিরিক্ত ওষুধ সেবন ও মত্তপান সমাজের পক্ষে মঙ্গলজনক নয়। কিন্তু সমাজের নাগরিক ও সভ্য হিসাবে সমাজ-বিজ্ঞানীর কর্তব্য হলো, এই নীতির অর্থ মানব-সমাজে বুদ্ধিয়ে দেওয়া।

এই ক্ষেত্রে তিনি অর্থ-জনপ্রিয় প্রবন্ধ বা তথ্য-মূলক চলচ্চিত্র, রেডিও, টেলিভিশন প্রভৃতির আশ্রয় নিতে পারেন। কিন্তু প্রতিটি ক্ষেত্রেই সমাজ-বিজ্ঞানীকে এমন ভূমিকা অবলম্বন করতে হবে, যাতে তিনি সামাজিক নীতির মূল্যের ব্যাঘাত না ঘটায় উদ্দেশ্যপ্রণোদিত সমাজ-বিজ্ঞানী ও উৎসুক নাগরিক হতে পারেন। সমাজ-বিজ্ঞানীর এই উত্তর ভূমিকা অবলম্বনের কালে হয়তো সমাজে এমন দিন আসবে, যখন সমাজের জন্তে সমাজ-বিজ্ঞানী যে সামাজিক নীতিকে সর্বাঙ্গিক ভাবে মনে করবেন, সেই সামাজিক নীতিই সমাজের পক্ষে সর্বাধিক শুভ ও মঙ্গলময় বলে বিবেচিত হবে।

কলাকুশলী ব্যক্তি হিসাবে সমাজ-বিজ্ঞানী

সমাজ-বিজ্ঞানীরা যখন কোন দেশের সরকারের বিভিন্ন উন্নয়নমূলক কাজে নিযুক্ত থাকেন, তখন

তাঁদের প্রধান ভূমিকা হলো প্রযুক্তি সমাজ-বিজ্ঞানী হিসাবে। এই প্রযুক্তি সমাজ-বিজ্ঞানীর তখন সবচেয়ে বড় কাজ হলো, সামাজিক নীতির মূল্যকে কর্মক্ষেত্রে প্রয়োগ করা। উদাহরণস্বরূপ, বিশ্ববিদ্যালয়ের অধ্যাপকের যেমন কর্তব্য জ্ঞানানু-সন্ধানের মাধ্যমে সত্যানুসন্ধান ও সত্যকে শিক্ষা দেওয়া আর বিশ্ববিদ্যালয়ের কারিগরের কর্তব্য হলো অধ্যাপক বা গবেষকের আগ্রহ ও আদর্শকে মেনে চলা ও সেবা করা। তাঁর বৈজ্ঞানিক অধ্যাপক বিজ্ঞানের যে তথ্য বা আলো তাঁকে দিয়েছেন, তিনি নিশ্চয়ই তার মূল্যের অপব্যয় করবেন না বরং তার সদ্যবহার করে তার বথার্থ স্বীকৃতি দেবেন। ঠিক সেই রকম সমাজ-বিজ্ঞানী যখন প্রযুক্তি সমাজ-বিজ্ঞানীর ভূমিকা অবলম্বন করবেন, তখন তিনি কলাকুশলী ব্যক্তি, সমাজ-বিজ্ঞানীকৃত সামাজিক নীতি বা প্রকল্পকে হাতে-কলমে কাজে পরিণত করে বিভিন্ন সামাজিক সমস্যার সমাধান করবেন।

আমাদের দেশে এতদিন পর্যন্ত সমাজ-বিজ্ঞানের উপর খুব বেশী গুরুত্ব আরোপ করা হয় নি, বা করা হয়েছে পাশ্চাত্য দেশসমূহে। তবে গত কয়েক বছরের মধ্যে আমাদের দেশে সমাজ-বিজ্ঞানের উন্নতির দিকে নজর দেওয়া হয়েছে ও ত্বরিত হতে আরও দেওয়া হবে। সমাজ কোনও দিনই সম্পূর্ণ সমস্তান্তর হতে পারে না, সমাজ থাকলেই সমস্তাও থাকবে। তবে আমাদের লক্ষ্য হলো—কম সমস্তান্তরিত সমাজ, বা অধিক সংখ্যক সমাজভুক্ত মানুষকে দেবে সুখ, সম্পদ ও শান্তি। আমাদের দেশে সমাজ-বিজ্ঞানের উন্নতির দিকে যে নজর দেওয়া হয়েছে, তা যদি আরও বৃদ্ধি পায়, তা হলে অভ্যন্তরীণ উন্নয়নশীল দেশসমূহের মত আমরাও একদিন সমানতালে পা কেল উন্নতির পথে এগিয়ে যাব।

“.....বিজ্ঞান বাহাতে দেশের সর্বসাধারণের নিকট সুগম হয় সে উপায় অবলম্বন করিতে হইলে একেবারে মাতৃভাষার বিজ্ঞানচর্চার গোড়াপত্তন করিয়া দিতে হয়।.....যাহারা বিজ্ঞানের মর্যাদা বোঝে না তাহারা বিজ্ঞানের জন্ত টাকা দিবে, এমন অলৌকিক সম্ভাবনার পথ চাহিয়া বলিয়া থাকা নিষ্ফল। আপাতত মাতৃভাষার সাহায্যে সমস্ত বাংলা দেশকে বিজ্ঞানচর্চার দীক্ষিত করা আবশ্যিক। তাহা হইলেই বিজ্ঞান সভা সার্থক হইবে।”

রবীন্দ্রনাথ

ভারতীয় নৃ-বিজ্ঞানের পথিকৃৎ—রায়বাহাদুর শরৎচন্দ্র রায়

রেবতীমোহন সরকার*

ভারতীয় নৃ-বিজ্ঞানের ইতিহাসে শরৎচন্দ্র রায় একটি উল্লেখযোগ্য নাম। নৃ-বিজ্ঞানের সাধনায় ইনি জীবনের শেষদিন পর্যন্ত নিজেকে নিয়োজিত করেছিলেন। ভারতীয় নৃ-বিজ্ঞান তাঁর ঐকান্তিক গবেষণা, মনন ও বিশ্লেষণের ফলে নবরূপ লাভে সক্ষম হয়েছিল। দেশ-বিদেশের নৃ-বিজ্ঞানীমহলে শরৎচন্দ্র রায় ছিলেন একজন জানতপন্থী। এই বছরই তাঁর জন্ম-শতবার্ষিকী। এই প্রসঙ্গে দেশবন্ধিত এই নৃ-বিজ্ঞানীর কর্মজীবন সম্বন্ধে দু-চার কথাই অবতারণা করে আমাদের আন্তরিক প্রকাজলি জানাতে প্রয়াসী হয়েছি।

শরৎচন্দ্র রায়ের জন্ম ১৮৭১ খ্রীষ্টাব্দের ৪ঠা নভেম্বর। তাঁর শিক্ষা-দীক্ষা কলকাতায়। সিটি কলেজিয়েট স্কুল থেকে ১৮৮৮ খ্রীষ্টাব্দে প্রবেশিকা এবং ১৮৯২ খ্রীষ্টাব্দে তদানীন্তন জেনারেল অ্যাসেমারি ইনস্টিটিউট (বর্তমানে কুটন চার্ট কলেজ) থেকে ইংরেজীতে অনার্স নিয়ে বি. এ. পাশ করেন। তারপর ইংরেজীতে এম. এ. ও পরে বি. এল. পাশ করবার পর তিনি আইন ব্যবসাতে প্রবৃত্ত হন। ১৮৯৭ খ্রীষ্টাব্দে শরৎচন্দ্র রায় আদালতের চাকরি পরগণা ডিস্ট্রিক্ট কোর্টে ওকালতি শুরু করেন, কিন্তু এক বছর পরেই রাঁচির উদ্দেশ্যে পাড়ি দেন এবং ওখানে Judicial Commissioner's Court-এ বোগদান করে অল্পদিনের মধ্যেই নিজেকে আইন ব্যবসাতে সুপ্রতিষ্ঠিত করেন। শহর হিসেবে তখনকার রাঁচি খুব ছোট ছিল। শহরের চারদিকে ওয়াঠ, সুণ্ডা, বিয়হোর প্রভৃতি আদিবাসী সম্প্রদায় ছড়িয়ে ছিল। এই শহরে শরৎচন্দ্র রায় অচিরেই একজন অধিবাসী উকিল হিসেবে পরিচিতি লাভ করেন।

কিন্তু তিনি যে সব সময়ে কেবল আইনের ব্যাপারেই নিজেকে ব্যস্ত রাখতেন অথবা তাঁর দৃষ্টি আদালত প্রাক্ষেপের চার দেয়ালের মধ্যেই সীমাবদ্ধ ছিল, তা নয়। তাঁর দৃষ্টি ছিল উদার, মানুষের প্রতি, বিশেষ করে নিপীড়িত জনগণের উপর তাঁর ছিল সহৃদয় সমবেদনা। মানুষের প্রতি তাঁর এই অকৃত্রিম ভালবাসা, মারামমতাই তাঁকে নৃ-বিজ্ঞানের প্রতি আকৃষ্ট করেছিল। রূপপ্রতিষ্ঠা আইনব্যবসায়ী আশ্বে আশ্বে হয়ে পড়লেন প্রকৃত নৃ-বিজ্ঞানী। ভারতীয় বিজ্ঞান সাধনার ইতিহাসে এটি নিঃসন্দেহে একটি উল্লেখযোগ্য বিষয়।

প্রথম থেকেই রাঁচি শহরের সন্নিকটে বসবাসকারী উপজাতি গোষ্ঠীর উপর বহিরাগতদের অত্যাচার ও অন্যাচারের প্রতি শরৎচন্দ্রের দৃষ্টি আকৃষ্ট হয়েছিল। তিনি দেখলেন এই সব অবহেলিত মানবগোষ্ঠী ঠিকমত বিচার পায় না এবং তাঁর মুখ্য কারণ শাসন ও বিচার বিভাগীয় কর্মকর্তাদের উক্ত জনগোষ্ঠীর সামাজিক জীবনযাত্রা ও রীতি-নীতি সম্পর্কে অজ্ঞতা। বিদেশী শাসকগোষ্ঠী স্বাভাবিকভাবেই ভারতীয় উপজাতি সমাজ সম্পর্কে বথাযোগ্য আলোক-প্রাপ্ত হয় নি। ফলে আইনের প্রয়োগ ও বিচার সংক্রান্ত বিষয়ে বহুবিধ সমস্যার উদ্ভব হয়েছিল। অপর নিকে দেশীয় শিক্ষিত সমাজেরও এই সব উপজাতি গোষ্ঠীর প্রকৃত জীবন-দর্শনের রহস্য উদ্ঘাটনের প্রতি বখেই আগ্রহ ছিল না। একমাত্র শরৎচন্দ্র রায়ই আবিষ্কৃত

* নৃতত্ত্ব বিভাগ, বঙ্গবাসী কলেজ, কলিকাতা।

হলেন প্রত্যেক ব্যক্তিক্রম হিসেবে। ছোটনাগপুর মালভূমির বিস্তীর্ণ এলাকা জুড়ে মুণ্ডা উপজাতির সমাজ, বর্ণ, রীতি-নীতি, আচার-ব্যবহার এবং ভাষা প্রভৃতি বিষয়ে প্রত্যেকভাবে অহুসঙ্কানের জন্মে তিনি আত্মনিয়োগ করেন। মাসের পর মাস, বছরের পর বছর গড়িয়ে চললো, শরৎচন্দ্র একাধি-চিন্তে সংগ্রহ করে চলেছেন তাঁর বৈজ্ঞানিক অহু-সঙ্কানের উপকরণ। অবশেষে ১৯১২ খৃষ্টাব্দে তাঁর অক্লান্ত কর্মপ্রয়াসে রূপলাভ করলো 'The Mundas and their country' নামক পুস্তকে। এটিকে কেবলমাত্র পুস্তক বললে এর বর্ণাবলম্ব্য মর্যাদা দেওয়া হয় না। এটি হলো তদানীন্তন নৃ-বিজ্ঞান পঠন ও গবেষণার ক্ষেত্রে একটি মূর্তমান বিপ্লব। শরৎচন্দ্রের পূর্বে খৃষ্টান ধর্মপ্রচারকেরা ছোটনাগপুরের উপজাতিদের জীবনের কোন কোন অংশে আলোকপাত করেছিলেন বটে, কিন্তু শরৎচন্দ্রই প্রথম বিস্তৃত নৃ-বিজ্ঞানের ভিত্তিতে বৃহদাকারে উপজাতি জীবন ইতিহাস পর্যালোচনা করেছিলেন। তাই শরৎচন্দ্র রায় ভারতীয় নৃ-বিজ্ঞানের পথ-প্রদর্শক। ১৯১২ খৃষ্টাব্দ থেকে ১৯৩৭ খৃষ্টাব্দের মধ্যে তাঁর লিখিত গ্রন্থানি পুস্তক প্রকাশিত হয়। ছোটনাগপুরের মুণ্ডা, বিরহোর, ওরান্ত, ঘাড়িয়া এবং উড়িয়ার পার্বত্য অঞ্চলের ভূঁইয়াদের জীবনযাত্রা প্রণালীর প্রত্যেক বিবরণ এগুলিতে লিপিবদ্ধ হয়।

শরৎচন্দ্র প্রথম থেকেই চেষ্টা করেন, যাতে এই সব উপজাতি সম্প্রদায় শাসকগোষ্ঠীর বর্ণাবলম্ব্য দৃষ্টি আকর্ষণে সক্ষম হয়—বিচারের বিধান যেন এদের বিচিত্র জীবনধারণের নূলে কুঠারাঘাত না করে।

শরৎচন্দ্র ছিলেন একজন অহুসঙ্কানী। লোক-গাথা, মীতিকা, ধর্ম, বাহুবলি, কুসংস্কার প্রভৃতির বৈজ্ঞানিক বিশ্লেষণ কিভাবে অহুসঙ্কানীকে জ্ঞান-রাজ্যের মুক্তাধনে পৌঁছে দেয়—শরৎচন্দ্র তা দেখিয়েছেন। ছোটনাগপুরের মুণ্ডা উপজাতির

দৃষ্টিভঙ্গির বিশ্লেষণ কেমনভাবে তাঁকে অহু-প্রাগৈতিহাসিক যুগের এক সজ্জিত অনজীবনের ধারার উৎসমুখ খুলে দিয়েছিল, সে কথা তিনি তাঁর জ্ঞানগর্ভ প্রবন্ধে প্রকাশ করেছেন। তাঁর দৃষ্টি ছিল অহুপ্রসারী। ভারতে নৃতত্ত্বের উজ্জ্বল সম্ভাবনার কথা তিনি বহু পূর্বেই বিদ্যৎসমাজে উপস্থাপিত করে-ছিলেন। ১৯২০ খৃষ্টাব্দে তিনি পাটনা বিশ্ববিদ্যালয়ে শারীরিক নৃ-বিজ্ঞানে বক্তৃতা (Readership lectures) দেবার জন্মে আমন্ত্রিত হন। সেই বক্তৃতামালার শিরোনাম ছিল 'Principles and Methods of Physical Anthropology'। নৃ-বিজ্ঞানের এই বিশেষ শাখাটিরও প্রতি শরৎ-চন্দ্রের জ্ঞানের পরিধি তদানীন্তন নৃ-বিজ্ঞানীদের চমকিত করেছিল। প্রখ্যাত শারীরিক নৃ-বিজ্ঞানী Sir Arthur Keith বলেছেন—"The lectures form one of the best introductions into the study of anthropology in the English language"। বাহ্যিক শরৎচন্দ্র যেখানেই বক্তৃতাদান করেছেন, সেখানেই নৃ-বিজ্ঞানের উজ্জ্বল সম্ভাবনার কথা বলেছেন। সেই সঙ্গে বিজ্ঞানের এই শাখাটির প্রতি বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয় এবং বিদ্যোৎসাহী ব্যক্তিবর্গের নির্গু-তার কথা উল্লেখ করে দুঃখ প্রকাশ করেছেন। বিভিন্ন উপজাতি গোষ্ঠীর জীবনযাত্রা প্রণালীর বিবরণ ছাড়াও শরৎচন্দ্র লোকসংস্কৃতির বিভিন্ন বিষয়ে মৌলিক অহুসঙ্কানে প্রবৃত্ত হয়েছিলেন। ১৯২১ খৃষ্টাব্দে তিনি 'Man in India' নামে একটি ত্রৈমাসিক ইংরেজী পত্রিকার প্রকাশ আরম্ভ করেন। তাঁর নিজস্ব সম্পাদনার এটিতে নৃতত্ত্ব, সমাজতত্ত্ব এবং লোকসংস্কৃতির বহুবিধ রচনা প্রকাশিত হতে থাকে। গর্বের বিষয় এই যে, সেই 'Man in India' পত্রিকাটি আজ ভারত এবং ভারতের বাইরে একটি আদর্শ পত্রিকা হিসেবে পরিগণিত হয়ে চলেছে। ভারতীয় লোকসংস্কৃতির প্রতি গভীর অহুপ্রাণ

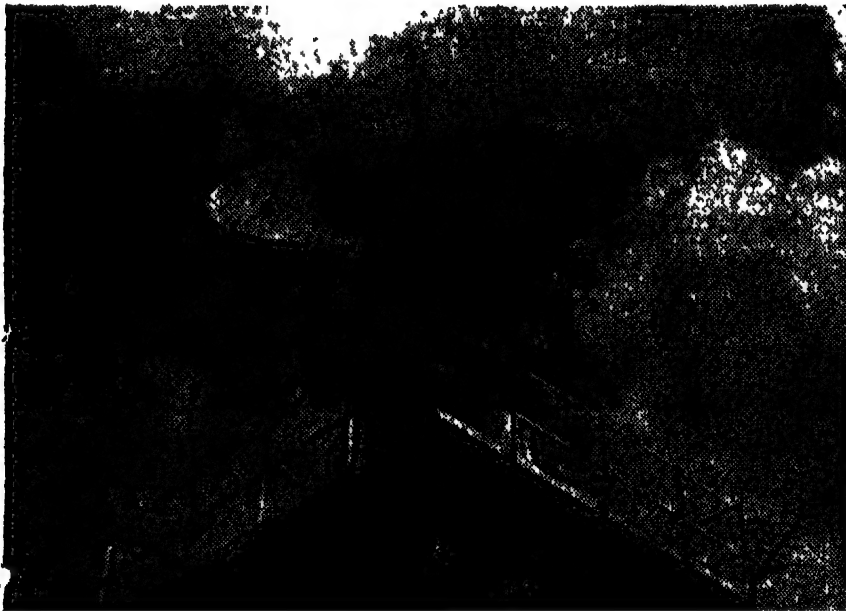
এবং মূল্যবান অঙ্গসম্পাদনের ক্ষেত্রে লন্ডনের লোকসংস্কৃতি পরিষদ (Folklore Society of London) শরৎচন্দ্রকে ১৯২০ খৃষ্টাব্দে একজন সম্মানিত সভ্য হিসেবে মনোনীত করে। তখনকার দিনে তিনিই প্রথম ভারতীয়, যিনি এই দুর্লভ সম্মানলাভে সক্ষম হয়েছিলেন। ঐ বছরেই তিনি ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের নৃতত্ত্ব ও প্রত্নতত্ত্ব শাখার বিভাগীয় সভাপতি নির্বাচিত হয়েছিলেন। পরে ১৯৩২ ও ১৯৩৩ খৃষ্টাব্দে তিনি All India Oriental Conference-এর নৃতত্ত্ব ও লোক-সংস্কৃতি বিভাগের সভাপতির আসন অলঙ্কৃত করেছিলেন। সভাপতির তাবণে তিনি নৃতত্ত্ব ও লোকসংস্কৃতির গবেষকদের মৌলিক গবেষণার প্রতি দৃষ্টিদানে এবং ভারতের সমাজ-জীবনের প্রতিটি পদক্ষেপে, প্রতিটি চিন্তাধারার নৃতত্ত্ব ও লোকসংস্কৃতির যে রত্নরাজি লুকিয়ে আছে, তার উদ্ধারকার্বে অঙ্গসম্পাদনীদের ব্রতী হবার জন্তে আহ্বান করেছিলেন। আজকের নৃতত্ত্ব ও লোকসংস্কৃতির পঠন-পাঠন এবং গবেষণা বথেষ্ট প্রসার লাভ করেছে বললে অত্যাক্তি হয় না এবং দিনে দিনে এর পরিধি বেড়েই চলেছে। শরৎচন্দ্রের জীবনকালে কেবলমাত্র একটি বিশ্ববিদ্যালয়ে (কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়) নৃতত্ত্বের পঠন-পাঠন সীমাবদ্ধ ছিল। কিন্তু আজ ভারতের ১৬/১৭টি বিশ্ববিদ্যালয়ে নৃতত্ত্বের পঠন-পাঠন প্রসারলাভ করেছে এবং ভারতীয় ভিত্তিহুমির প্রতি নৃ-বিজ্ঞানীদের দৃষ্টি আকৃষ্ট হয়েছে। স্মরণ্য শরৎচন্দ্রের সেই উদাত্ত আহ্বান উপেক্ষিত হয় নি এবং ভারতীয় ভিত্তি-হুমির উপর নৃতাত্ত্বিক অঙ্গসম্পাদনের প্রতিষ্ঠার বিষয়টি সাধারণেই গৃহীত হয়েছে। শরৎচন্দ্রের দূরদৃষ্টি, জনজীবনের বিভিন্ন আচার-ব্যবহারের বৈজ্ঞানিক বিশ্লেষণ এবং প্রচুর কর্মক্ষমতা পৃথিবীর বিজ্ঞানী-মহলের দৃষ্টি আকর্ষণ করেছিল। এরই পরিপ্রেক্ষিতে প্রখ্যাত নৃ-বিজ্ঞানী এবং ভারততত্ত্ববিদ্ জে. এইচ. হাটন শরৎচন্দ্রকে “ভারতীয় মানবজাতি তত্ত্বের

জনক” (Father of Indian Ethnology) বলে অভিহিত করেছিলেন। তাছাড়াও শরৎচন্দ্র ‘International Congress of the Anthropological and Ethnological Sciences’-এর কার্যকরী সমিতির সভ্য নির্বাচিত হয়েছিলেন। তাঁর সাহিত্য ও সংস্কৃতি বিষয়ক রচনাবলীর জন্তে তদানীন্তন ভারত সরকার তাঁকে ১৯১৩ খৃষ্টাব্দে ‘কাইজার-ই-হিন্দ’ রৌপ্যপদক এবং ১৯১৯ খৃষ্টাব্দে ‘রায়বাহাদুর’ উপাধিতে ভূষিত করেন।

মৃত্যুর আট বছর আগে শরৎচন্দ্র আইন-ব্যবসায় থেকে অবসর গ্রহণ করেছিলেন। কিন্তু তাই বলে তিনি তাঁর নৃতাত্ত্বিক গবেষণার ক্ষেত্রে থেকে বিদায় নেন নি বরং অবসর জীবনেই তিনি পূর্ণাপুরিভাবে গবেষণার আত্মনিয়োগ করেছিলেন। তাঁর রচিত চার্লস রোডের বাড়ীতে ‘Man in India’ গ্রন্থাগারটি দেশ বিদেশের বিভিন্ন পুস্তক এবং পত্র-পত্রিকার সমৃদ্ধ হয়ে ওঠে এবং ‘Man in India’ পত্রিকাটিও ভারতের জনমানসের জীবন-যাত্রার বিভিন্ন দিকের প্রতি আলোক সম্পাত করে। শরৎচন্দ্র ভারতের মানুষকে প্রত্যক্ষ করেছিলেন—ভারতীয় আবহাওয়া, রীতি-নীতি, কর্ম-পদ্ধতিতে গড়ে উঠা মানুষের অন্তরে তিনি প্রবেশ-লাভে সক্ষম হয়েছিলেন। নিপীড়িত মানুষের হতাশা আর দীর্ঘখাপ শরৎচন্দ্রকে বিচলিত করেছিল। অসহায় নিরক্ষর মানুষের প্রতি তদানীন্তন জমিদার এবং মহাজনদের উৎপীড়নের বিরুদ্ধে তিনি সোচ্চার প্রতিবাদ জানিয়েছিলেন, তাঁর কর্মশক্তি মধ্যো। তাঁর আইন-ব্যবসায়ের প্রধানতম লক্ষ্যই ছিল, দরিদ্র এবং হতভাগ্য মানুষদের যথাসম্ভব সাহায্য করা, তাদের প্রাণ্য অধিকার লাভে তাদের সচেতন করা। তাই শরৎচন্দ্র যে কেবলমাত্র বৈজ্ঞানিক ছিলেন তাই নয়, তিনি ছিলেন প্রকৃত মানবদরদী। মানুষের সুখ-দুঃখ, হাসি-কান্নার তাঁর অন্তর আলোড়িত হতো গভীরভাবে এবং সেই আলোড়নই তাঁকে

দু-বিজ্ঞানীতে পরিণত করেছিল। মাহুকের এটি অক্সিজেন ভালবাসাই তাঁকে করেছিল মানব-বিজ্ঞানী। পরৗচল্ল সবচে লওনের 'Nature' পত্রিকা (28th October, 1939) সম্পাদকীয়তে যন্তব্য করেছিল—"The dry light of pure science and disintegrated research was

kept ablaze (in India) by a small band of devoted ethnologists among whom the veteran anthropologist, Sarat Chandra Roy will ever be held in honour."



গ্রেসি টাইপ আবহ-রেডার

বিশেষ বায়বিক কোশলে স্থাপিত এই গ্রেসি টাইপ আবহ-রেডারে বৃষ্টিবিন্দুর পদ প্রতিধ্বনিত হয়ে সংখ্যার আকারে চৌম্বক কিতার উপর অঙ্কিত হয়ে যায়। ইংল্যাণ্ডে এই রেডারের সাহায্যে বৃষ্টিপাতের পরিমাণ নির্ধারণ করে জলাধারসমূহ নিয়ন্ত্রণ করবার পরিকল্পনা করা হয়েছে।

কিশোর বিজ্ঞানীর
দপ্তর

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

নভেম্বর — 1971

চতুর্বিংশ বর্ষ — একাদশ সংখ্যা



লর্ড আর্নেস্ট রাডারফোর্ড

জন্ম: ৩০শে অগাস্ট, ১৮৭১

মৃত্যু: ১৭শে অক্টোবর, ১৯৩৭

লর্ড আর্নেস্ট রাদারফোর্ড

1937 সালে ইংল্যান্ডে অদ্বুত শিরোনামের একটি বই প্রকাশিত হবার সঙ্গে সঙ্গে বিজ্ঞানী মহলে সাড়া পড়ে যায়। বইটির নাম The Newer Alchemy এবং তার রচয়িতার নাম আর্নেস্ট রাদারফোর্ড (Ernest Rutherford)। বইটির শিরোনামে স্বভাবতই মনে হতে পারে, বইটি বৃষ্টি মধ্য যুগের কোন অ্যালকেমিষ্টের কাজের আধুনিক প্রতিবেদন। কিন্তু আসলে তা নয়, কারণ বইটি যিনি লিখেছেন তিনি হচ্ছেন আধুনিক বিজ্ঞানের অগ্রতম পথিকৃৎ লর্ড আর্নেস্ট রাদারফোর্ড এবং বইটির প্রতিপাত্ত বিষয় তাঁর নিজেরই কাজ সম্পর্কে। তবে বইটির এই অদ্বুত শিরোনাম কেন? মধ্যযুগের অ্যালকেমিষ্টদের কাজের সঙ্গে রাদারফোর্ডের নিজস্ব গবেষণার কি কোন সম্পর্ক আছে? অ্যালকেমিষ্টরা তেলোহা, সীসা ও অশ্রাশ্র নিকৃষ্ট ধাতুকে মহামূল্য সোনায়ে রূপান্তরের স্বপ্ন দেখেছিল ও তার উপায় উদ্ভাবনের চেষ্টা করেছিল এবং তাদের সে চেষ্টা শেষ পর্যন্ত ব্যর্থতায় পর্যবসিত হয়েছিল। রাদারফোর্ড সে পথে চালিত হন নি, কিন্তু তিনি তাঁর সূক্ষ্ম পর্যবেক্ষণ ও নিজস্ব গুরুত্বপূর্ণ গবেষণার ফলে যে স্বর্ণ-পথের সন্ধান পান, তা হলো স্বয়ং প্রকৃতিই হচ্ছেন সবচেয়ে বড় অ্যালকেমিষ্ট। প্রকৃতির ভাণ্ডারের ইউরেনিয়াম ও থোরিয়াম ধাতু স্বতঃভাঙনের ফলে রূপান্তরিত হয় রেডিয়াম, পোলোনিয়াম ইত্যাদি নূতনতর ও লঘুতর মৌলে। এই নতুন তেজস্ক্রিয় মৌলগুলি আবার ধীরে ধীরে আপনা-আপনি ভেঙে গিয়ে ক্রমশঃ আরও লঘুতর মৌলে পরিণত হয় এবং শেষ অবধি সোনার নয়—স্বায়ী সীসায় রূপান্তরিত হয়ে এই স্বতঃভাঙন পালার পরিসমাপ্তি ঘটে।

রাদারফোর্ড যে পথের সন্ধান দিলেন, সে পথ ধরে আধুনিক বিজ্ঞান এক মৌলকে অল্প মৌলে রূপান্তরের চাবিকাঠি খুঁজে পেয়েছে। তাই রাদারফোর্ডের এই বইয়ের নামকরণ সার্থক। এখন রাদারফোর্ড ও তাঁর কাজ সম্পর্কে সংক্ষেপে আলোচনা করছি।

আজ থেকে এক-শ' বছর আগে 1871 সালের 30শে অগাস্ট নিউজিল্যান্ডের দক্ষিণ দ্বীপের নেলসন শহরে আর্নেস্ট রাদারফোর্ডের জন্ম। তিনি ছিলেন এক কৃটিশ কৃষিকারী পরিবারের ষাটশ সন্তান-সন্ততির মধ্যে চতুর্থ। তাঁদের পরিবার নিউজিল্যান্ডে সর্বপ্রথম আসেন 1842 সালে। আর্নেস্টের মা-বাবা নিজেরা শিক্ষার বিশেষ স্বেচ্ছা না পেলেও বহু আত্মত্যাগ করে তাঁদের এই বুদ্ধিদীপ্ত সন্তানটিকে শিক্ষালাভের সবরকম স্বেচ্ছা করে দেন। এই সন্তানটিকে ঘিরে তাঁদের মনে যে উচ্চাশা জেগেছিল, আর্নেস্ট তা পুরোপুরি পূর্ণ করেন। ছাত্রজীবনে প্রথমাবধি তিনি কৃতিত্বের পরিচয় দেন এবং ল্যাটিন, ফরাসী ও ইংরেজি সাহিত্য, ইতিহাস এবং পদার্থবিজ্ঞান, রসায়ন ও গণিতশাস্ত্রে পারদর্শিতার জন্যে নানা পুরস্কার ও বৃত্তিলাভ করেন। 1889 সালে নেলসন কলেজ

থেকে স্নাতক ডিগ্রী লাভ করে তিনি নিউজিল্যান্ড বিশ্ববিদ্যালয়ে ভর্তি হন। বিশ্ববিদ্যালয়ে শিক্ষার দ্বিতীয় বর্ষ থেকে পদার্থ-বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে তাঁর প্রতিভার প্রথম পরিচয় পাওয়া যায়।

নিউজিল্যান্ড বিশ্ববিদ্যালয়ে শেষ দু-বছরে রাদারফোর্ড হ্যাংজের তড়িৎ-চৌম্বক বা বেতার-তরঙ্গ সংক্রান্ত গবেষণার দিকে বিশেষভাবে আকৃষ্ট হন। উচ্চ কম্পনাক্ষের বিদ্যুৎক্ষরণের সাহায্যে লোহার চুম্বকীকরণ সম্পর্কে তিনি প্রথমে কিছু মৌলিক গবেষণা করেন। এই গবেষণার ফলে তিনি বেতার-তরঙ্গ সনাক্তীকরণের একরকম চৌম্বক ডিটেক্টর (Detector) উদ্ভাবন করেন। এই সময় সুদূর ইংল্যাণ্ডে কেম্ব্রিজ বিশ্ববিদ্যালয়ের শিক্ষানীতির একটি গুরুত্বপূর্ণ পরিবর্তনের ফলে রাদারফোর্ডের জীবনের মোড় ঘুরে যায়।

1851 সালের প্রদর্শনীর উদ্ভূত অর্থে গঠিত তহবিল থেকে এতদিন ব্রিটিশ কমনওয়েলথভুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়সমূহের বিশেষ কৃতি ছাত্রদের শিক্ষাবৃত্তি দেওয়া হতো। 1895 সালে তহবিল কমিটি এই নিয়ম পরিবর্তন করে বৃত্তিপ্রাপ্ত ছাত্রদের কেম্ব্রিজ বিশ্ববিদ্যালয়ে দু-বছরকাল পঠন-পঠনের সুযোগ করে দেন। একই সঙ্গে কেম্ব্রিজ বিশ্ববিদ্যালয় প্রতিভাবান স্নাতক ছাত্রদের অনুমোদিত গবেষণা সম্পূর্ণ করে ডিগ্রী লাভের পথ সর্বপ্রথম উন্মুক্ত করে দিলেন। যেসব প্রতিভাবান ছাত্র এই সুযোগে কেম্ব্রিজ বিশ্ববিদ্যালয়ের ক্যাভেন্ডিশ বীক্ষাগারে গবেষণার প্রবেশাধিকার লাভ করেন, রাদারফোর্ড ছিলেন তাঁদের অন্যতম।

ক্যাভেন্ডিশ বীক্ষাগারে রাদারফোর্ড প্রথমে তাঁর উদ্ভাবিত বেতার-তরঙ্গ নির্ণায়ক যন্ত্রের পরিধি সম্প্রসারণ সংক্রান্ত গবেষণার সাক্ষ্য অর্জন করেন। এই সময় অর্থাৎ 1895 সালের শেষদিকে এক্স-রশ্মির আবিষ্কার বিজ্ঞান-জগতে বিশেষ আলোড়নের সৃষ্টি করে। পদার্থ-বিজ্ঞানী স্যার জে. জে. টমসন (J. J. Thomson) গ্যাসের উপর এক্স-রশ্মির প্রতিক্রিয়া অনুধাবনের জন্যে রাদারফোর্ডকে তাঁর সহযোগী হতে আহ্বান জানানেন। রাদারফোর্ড তাঁর নিজস্ব কাজ ছেড়ে টমসনের সঙ্গে গবেষণার যোগ দেন। তাঁদের যুগ্ম গবেষণার সার্থক পরিণতি ঘটলো গ্যাসের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ-শক্তি পরিচালন সংক্রান্ত টমসনের গবেষণার সম্পূর্ণতার এবং 1897 সালে বস্তুর বৈদ্যুতিক গঠনের ঘোষণায়।

মাত্র দু-বছরের মধ্যে রকটগেন, বেকেরেল এবং টমসনের চমকপ্রদ জ্ঞাত আবিষ্কারের ফলে নানা নতুন প্রশ্নর উদ্ভব হলো—বার সহস্রর খুঁজে পাবার জন্যে বহু বিজ্ঞানী গবেষণার আত্মনিয়োগ করেন। বেকেরেলের অদ্ভুত ও রহস্যময় বিকিরণকে রাদারফোর্ড তাঁর গবেষণার ক্ষেত্র হিসেবে বেছে নিলেন। তিনি দেখলেন, ইউরেনিয়াম থেকে যে বিকিরণ নির্গত হয়, তা এক্স-রশ্মির মত গ্যাসকে আয়নিত করে। তিনি আরও দেখলেন, গ্যাসের মধ্যে এই রশ্মির ভেদশক্তি গ্যাসের ঘনত্বের ব্যস্তানুপাতিক।

১৮৯৮ সালে জে. জে. টমসন যখন ক্যানাডার মন্টিগে ম্যাকগিল বিশ্ববিদ্যালয়ে পদার্থ-বিজ্ঞানের সত্যোন্মেষ্ট গবেষণা-অধ্যাপকের পদে যোগদানের জন্তে রাদারফোর্ডকে আহ্বান জানালেন, তখন রাদারফোর্ড অনিচ্ছায় সঙ্গে ক্যানাডায় গেলেন। কিন্তু নতুন পদ গ্রহণ করবার অল্পকাল পরেই তিনি তাঁর যুগান্তকারী আবিষ্কারের প্রথমটি সম্পাদন করেন। বৈদ্যুতিক ও চৌম্বক শক্তির প্রভাবে বেকেরেল রশ্মির ভেদশক্তি ও আপেক্ষিক বিক্রেপণ গভীরভাবে পর্যবেক্ষণ করে তিনি ঘোষণা করলেন, এই বিকিরণ অন্ততঃ দু-ধরণের রশ্মি দিয়ে গঠিত। এক ধরণের রশ্মি, যা মোটা কাগজ ভেদ করে যেতে পারে না, তাদের বলা হলো আল্ফা রশ্মি। আর এক ধরণের রশ্মি, যা পাতলা অ্যালুমিনিয়াম পাতের দ্বারা রোধ করা যায়, তাদের বলা হলো বিটা রশ্মি। পরবর্তী কালে দেখা গেল, এই বিটা রশ্মি উচ্চশক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন কণিকা ছাড়া আর কিছুই নয় এবং আল্ফা রশ্মি উচ্চশক্তিবিশিষ্ট হিলিয়াম পরমাণু। তেজস্ক্রিয় বিকিরণকালে তৃতীয় আর একটি কণিকারও সন্ধান পাওয়া গেল, যা উচ্চশক্তির এক্স-রশ্মির অহরূপ এবং তার নামকরণ হলো গামা রশ্মি।

ফ্রেডারিক সডির (Frederick Soddy) সহযোগে দু-বছর ব্যাপক গবেষণার পর রাদারফোর্ড জোরের সঙ্গে ঘোষণা করলেন, বেকেরেল আবিষ্কৃত তেজস্ক্রিয় ষটনাকে স্বতঃভাঙনের ফলে এক রাসায়নিক মৌলের অল্প মৌলে রূপান্তর হিসাবেই শুধু ব্যাখ্যা করা যায়। প্রকৃতির এখানে-সেখানে কোন অস্থায়ী মৌলের লক্ষ পরমাণুর মধ্যে একটি পরমাণু হঠাৎ ভেঙে গিয়ে একটি আল্ফা বা বিটা কণিকা নির্গত করে সম্পূর্ণ নতুন এক পরমাণুতে পরিণত হয়।

১৯০৭ সালে রাদারফোর্ড ম্যাকগিল বিশ্ববিদ্যালয়ে পদার্থবিজ্ঞান অধ্যাপকের পদ গ্রহণ করে ইংল্যান্ডে কিরে আসেন এবং সেখানে প্রাকৃতিক তেজস্ক্রিয়া সম্পর্কে তাঁর গবেষণা চালিয়ে বান। ১৯০৮ সালে তিনি এবং তাঁর সহযোগী হান্স গাইগার (Hans Geiger) পরমাণুর অভ্যন্তরস্থ কণিকার সনাক্তীকরণ ও পরিমাপের একটি পদ্ধতি উদ্ভাবন করেন। এই সময় রাদারফোর্ডকে তাঁর তেজস্ক্রিয়া সংক্রান্ত গুরুত্বপূর্ণ গবেষণার জন্তে রসায়নশাস্ত্রে নোবেল পুরস্কার দেওয়া হয়। যদিও রাদারফোর্ড ছিলেন পদার্থবিজ্ঞান অধ্যাপক, তাঁকে রসায়নশাস্ত্রে নোবেল পুরস্কার দেওয়ায় কোন অসঙ্গতি ঘটে নি। কারণ তেজস্ক্রিয়া বিষয়টি পদার্থবিজ্ঞান ও রসায়নশাস্ত্র উভয় ক্ষেত্রের সঙ্গেই অঙ্গাঙ্গীভাবে যুক্ত।

জে. জে. টমসনের আর একজন কৃতী ছাত্র সি. টি. আর. উইলসন (C. T. R. Wilson) মেঘ প্রকোষ্ঠ নামে একটি পদ্ধতি উদ্ভাবন করেন, যার সাহায্যে পরমাণুর অভ্যন্তরস্থ কণিকার পদার্থের আলোকচিত্র গ্রহণ করা যায়। এই পদ্ধতির সাহায্যে রাদারফোর্ড লক্ষ্য করলেন, অতিসূক্ষ্ম সোনার পাতের মধ্য দিয়ে বেশীর ভাগ আল্ফা কণিকা বিনা

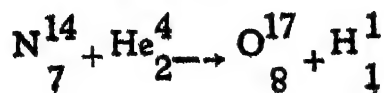
বিচ্যুতিতে বেরিয়ে আসে। সেই সঙ্গে তিনি আরও লক্ষ্য করলেন যে, দু-একটা আল্ফা কণিকা কিন্তু সোনার পাতের মধ্য দিয়ে আসবার সময় বেশ কিছুটা বিচ্যুত হয়।

পরমাণু গঠনের কোন প্রচলিত তত্ত্ব দিয়ে এই ঘটনার ব্যাখ্যা করা গেল না। উচ্চ শক্তিসম্পন্ন আল্ফা কণিকার এই আচরণ একমাত্র এভাবে ব্যাখ্যা করা য'র যে, তারা কোন অতিক্ষুদ্র অথচ কঠিন পদার্থকে আঘাত করেছে বা তার কাছাকাছি এসেছে।

1911 সালে রাদারফোর্ড তাঁর পরমাণু-কেন্দ্রীয় সংক্রান্ত তত্ত্ব প্রকাশ করেন। তিনি বললেন, পরমাণুর কেন্দ্রে আছে ধনাত্মক বিদ্যুৎ-আধান বিশিষ্ট কণিকা, যার মধ্যে পরমাণুর ভরের প্রায় 99% ভাগ সন্নিবিষ্ট এবং তার চারপাশে আছে সমপরিমাণ বিপরীত বিদ্যুৎ-আধানের পরিবেশ। কেন্দ্রে অবস্থিত ধনাত্মক আধানের এই কণিকার তিনি নামকরণ করলেন প্রোটন। রাদারফোর্ড বললেন, পরমাণুর মধ্যে প্রোটনগুলি একত্রে দল বেঁধে থাকে, একে বলে পরমাণুর কেন্দ্রীয় বা নিউক্লিয়াস (Nucleus)। পরমাণু যত ভারী নিউক্লিয়াসও তত ভারী, আল্ফা কণিকাকে ধাক্কা দেবার ক্ষমতাও তত বেশী।

আল্ফা কণিকার বিক্ষেপণ পরীক্ষা থেকে রাদারফোর্ড সিদ্ধান্ত করলেন, প্রোটন পিণ্ডটি পরমাণুর কেন্দ্রীয়ে অবস্থিত, বিপরীত বিদ্যুৎ-আধানের কণিকা ইলেকট্রনগুলি এই কেন্দ্রীয়ের চারপাশে ঘুরে বেড়ায়। সূর্যকে কেন্দ্র করে গ্রহগুলি যেমন ঘুরে বেড়ায়, অনেকটা সেই রকম। পরমাণুর গঠনের এই চিত্র অবলম্বন করে নীলস্ বোর (Niels Bohr) হাইড্রোজেন আলোর বর্ণালীর বিশেষত্ব মীমাংসা করে দিলেন। তখনই হলো বোর-রাদারফোর্ডের কেন্দ্রীয় পরমাণু মতবাদের (Theory of nuclear atom) অবিসংবাদী জয়। আধুনিক আবিষ্কারের আলোকে এই মতবাদ আরও সুদৃঢ়ভাবে প্রতিষ্ঠিত হয়েছে।

1919 সালে রাদারফোর্ড তাঁর যুগান্তকারী আবিষ্কার—পরমাণু-কেন্দ্রীয়কে ভাঙবার উপায় উদ্ভাবন করেন। আল্ফা কণিকা দিয়ে নাইট্রোজেন গ্যাসকে আঘাত করে তিনি দেখতে পেলেন, জিঙ্ক সালফাইড পর্দার উপর কিছু উজ্জ্বল উদ্ভাসন দেখা যাচ্ছে। যেহেতু নাইট্রোজেন গ্যাস বা আল্ফা কণিকা নিজেরা এই উদ্ভাসন সৃষ্টি করতে পারে না, সেহেতু রাদারফোর্ড এই সিদ্ধান্তে উপনীত হলেন যে, আল্ফা কণিকা দিয়ে নাইট্রোজেন পরমাণুকে আঘাতের ফলে একটি আহিত হাইড্রোজেন পরমাণু বা প্রোটনের সৃষ্টি হয়েছে এবং পর্দার উপর উদ্ভাসন এই প্রোটনজনিত। নাইট্রোজেন ও আল্ফা কণিকার সংঘাতের ফলাফল সংক্ষেপে এভাবে লেখা যায় :



N মানে নাইট্রোজেন পরমাণু। He হলো আল্ফা কণিকা, যা হিলিয়াম কেন্দ্রীক পরমাণু। O মানে অক্সিজেন, আর H হলো হাইড্রোজেন।

আল্ফা কণিকা দিয়ে আঘাতের পর অতি ক্ষুদ্র পরিমাণ হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেনের সন্ধান রাদারফোর্ড তাঁর ব্যবহৃত নাইট্রোজেন গ্যাসের মধ্যে পেয়েছিলেন। রাদারফোর্ডের এই পরীক্ষা থেকে প্রমাণিত হলো, মানুষ প্রকৃতিতে পাওয়া এক মোলকে অল্প এক মোলে রূপান্তরিত করতে পারে। মৌলান্তরকের চাবিকাঠি রাদারফোর্ড তুলে দিলেন বিজ্ঞানীদের হাতে। আধুনিক বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে এক নতুন অধ্যায়ের সূচনা হলো।

১৯১৯ সালে সার জে. জে. টমসন কেম্ব্রিজ বিশ্ববিদ্যালয়ের ক্যাভেন্ডিশ লেবরেটরীর অধ্যক্ষের পদ থেকে অবসর গ্রহণ করবার পর রাদারফোর্ড সেই পদে যোগদান করেন। দেখানে বিশেষ কৃতিত্ব ও যোগ্যতার সঙ্গে তিনি গবেষণা পরিচালনা করেন। সারা বিশ্ব থেকে বহু প্রতিভাবান ছাত্র এসে তাঁর অধীনে গবেষণা করে খ্যাতি অর্জন করেন। তাঁদের মধ্যে সোভিয়েট রাশিয়ার পিটার ক্যাপিৎজা (Peter Kapitza) এবং জেমস চ্যাডউইকের (James Chadwick) নাম বিশেষ উল্লেখযোগ্য। ১৯৩২ সালে চ্যাডউইক শিথ্যাবিহীন তৃতীয় মৌলিক কণা নিউট্রন আবিষ্কার করেন। চ্যাডউইকের এই আবিষ্কার পরমাণু-কেন্দ্রীক বিজ্ঞানে যুগান্তর এনেছে। রাদারফোর্ড যেমন আল্ফা কণিকাকে পরমাণু চূর্ণ করবার অস্ত্ররূপে প্রয়োগ করেছিলেন, বর্তমানে নিউট্রনকে সেইভাবে ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

দেশ-বিদেশ থেকে নানা সম্মান লাভের পর ১৯৩৭ সালের ১৯শে অক্টোবর রাদারফোর্ড আকস্মিকভাবে পরলোকগমন করেন। ১৯৩৮ সালের গোড়ায় কলকাতা মহানগরীতে আয়োজিত ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেসের রক্ত জয়ন্তী অধিবেশনে তাঁর সভাপতিত্ব করবার কথা ছিল, কিন্তু অধিবেশনের আগেই তাঁর তিরোধান ঘটে। আজ রাদারফোর্ডের জন্মশতবার্ষিকীতে বিজ্ঞানে তাঁর অমূল্য অবদানের কথা আমরা প্রকার সঙ্গে স্মরণ করি।

রবীন বন্দ্যোপাধ্যায়*

পারদর্শিতার পরীক্ষা

নীচে পদার্থবিজ্ঞা সম্পর্কিত 5টি প্রশ্ন দেওয়া গেল। উত্তর দেবার সময় 5 মিনিট। তোমাদের মধ্যে যে 5টি প্রশ্নের উত্তর দিতে পারবে, পদার্থবিজ্ঞায় তার জ্ঞান খুবই ভাল। 4, 3, 2 ও 1টি প্রশ্নের উত্তর দিতে পারলে পদার্থবিজ্ঞায় জ্ঞান যথাক্রমে ভাল, সাধারণ ভাল, কম ও খুব কম। কেউ যদি একটিও প্রশ্নের উত্তর দিতে না পারে, তাহলে পদার্থবিজ্ঞা সম্বন্ধে তার পড়াশুনা করা প্রয়োজন।

1. ধরা যাক, 1000 কিলোগ্রাম ওজনের কোন কৃত্রিম উপগ্রহ ভূপৃষ্ঠের উর্ধ্বে 1000 কিলোমিটার উপরে থেকে (ভূকেন্দ্রে থেকে উপগ্রহের দূরত্ব প্রায় 7400 কি. মি.) বৃত্তাকার পথে পৃথিবীর চতুর্দিকে আবর্তন করছে। তুমি কোন উপায়ে মাত্র 1 মিলিগ্রাম ইলেকট্রন সংগ্রহ করে ভূকেন্দ্রে রাখলে এবং অনুরূপ 1 মিলিগ্রাম ইলেকট্রন কোনক্রমে কৃত্রিম উপগ্রহে রেখে দেওয়া হলো। একটি ইলেকট্রনের ভর 9.1×10^{-26} গ্রাম এবং তার আধান -4.8×10^{-10} (ইলেকট্রোস্ট্যাটিক একক)। সম আধানযুক্ত ইলেকট্রনসমূহ বিকর্ষণ করবে। ভূকেন্দ্রস্থিত ইলেকট্রনসমূহ সম্মিলিতভাবে কৃত্রিম উপগ্রহস্থিত ইলেকট্রনসমূহের উপর যে বিকর্ষণ বল প্রয়োগ করবে তার পরিমাণ পৃথিবী এবং কৃত্রিম উপগ্রহের মধ্যে মাধ্যাকর্ষণ বল (এক্ষেত্রে অভিকর্ষজ বল) অপেক্ষা বেশী, না কম? পৃথিবীর ভর 5.976×10^{24} গ্রাম।

2. সূর্যের আলোকময় বহিরাবরণ বা কটোফিস্ফারের ব্যাস 1,390,000 কিলোমিটার এবং পৃথিবী থেকে সূর্যের দূরত্ব 150,000,000 কিলোমিটার। চন্দ্রের ব্যাস 3480 কিলোমিটার এবং ভূপৃষ্ঠ থেকে চন্দ্রের দূরত্ব পরিবর্তনশীল। চন্দ্র ভূপৃষ্ঠ থেকে 399,000 কিলোমিটার থেকে 357,000 কিলোমিটারের মধ্যে অবস্থান করে। সূর্যগ্রহণের সময় চন্দ্রের দূরত্ব কিরূপ থাকলে বলরূপে সূর্যগ্রহণ হওয়া সম্ভব?

3. একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 16 গ্রাম অক্সিজেন গ্যাসের আয়তন V_1 মি. সি. এবং চাপ প্রতি বর্গ সেন্টিমিটার P_1 ডাইন। সেই তাপমাত্রায় 32 গ্রাম অক্সিজেন গ্যাসের চাপ $4 P_1$ ডাইন (প্রতি বর্গ সে. মি. তে) হলে আয়তন কত হবে?

4. একটি লম্বা লোহার রডের একপ্রান্তে কোন শব্দের সৃষ্টি করা হলো। আমরা জানি শব্দ-তরঙ্গ বিভিন্ন মাধ্যম দিয়ে বিভিন্ন গতিতে গমন করে। তুমি যদি লোহার রডের অন্য প্রান্তে কান পেতে থাক, তাহলে তুমি শব্দটি আগে শুনবে, না তোমার পাশে থাকা কোনো কোন বস্তু বাতাসের মাধ্যমে শব্দটি আগে শুনবে?

৫. ৫ কিলোগ্রাম এবং ১০ কিলোগ্রাম ভরবিশিষ্ট দুটি গোলক একটি সরল রাবার স্প্রিংয়ের দ্বারা আবদ্ধ আছে। গোলক দুটিকে দু-দিকে টেনে ছেড়ে দেওয়া হলো। কোন গোলকটির উপর অধিক বল ক্রিয়া করবে?

(উত্তর—৬৪৯ পৃষ্ঠার উদ্ভব্য)

ব্রজানন্দ দাশগুপ্ত ও জয়ন্ত বসু*

* সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার ফিজিক্স; কলিকাতা—৭

অপরাধী নির্ণয়ে যান্ত্রিক ব্যবস্থা

সন্দেহভাজন ব্যক্তি প্রকৃতই অপরাধী কিনা, জানবার জন্তে শাস্তিরক্ষকেরা নানা-প্রকার ব্যবস্থা অবলম্বন করে থাকেন। কিন্তু তাতেই যে সর্বক্ষেত্রে সন্দেহভাজন ব্যক্তির অপরাধ প্রমাণিত হয়—এমন কথা বলা যায় না। কিন্তু প্রকৃতই অপরাধী কিনা অথবা দুর্কারে অল্পাধিক হবার সঙ্গে সঙ্গেই অপরাধীকে ধরে ফেলবার জন্তে আজকাল বিশেষ বিশেষ যান্ত্রিক ও রাসায়নিক কৌশল উদ্ভাবিত হয়েছে। এসব যান্ত্রিক ব্যবস্থা শাস্তিরক্ষকদের কাজে বিশেষ সহায়ক হয়েছে বলে জানা গেছে। এই রকমের কয়েকটি ব্যবস্থার কথা এস্থলে আলোচনা করবো।

পলিগ্রাফ বা লাই-ডিটেক্টর—বিদেশে অপরাধ তদন্তের কাজে পুলিশ বিভাগে এটি বহুল ব্যবহৃত হয়। অপরাধ তদন্তের কাজে আমাদের দেশেও এর প্রচলন হয়েছে। সন্দেহভাজন ব্যক্তি ইচ্ছাকৃতভাবে সত্য গোপন করছে কিনা, এই যন্ত্রের সাহায্যে তা বোঝা যায়। এই যন্ত্রটি ছোট একটি শ্রুতকেন্দ্রের মধ্যে থাকে। এই কাজে শিক্ষাপ্রাপ্ত কোন ব্যক্তি যন্ত্রটি পরিচালনা করেন। এই যন্ত্রের সাহায্যে যে কোন ব্যক্তির শ্বাস-প্রশ্বাসের ধরন, রক্তের চাপ, নাড়ীর গতি এবং সামান্য বিহ্বল প্রবাহের ফলে তার সমগ্র শরীরের প্রতিক্রিয়া সূক্ষ্মভাবে অনুধাবন করা যায়। এর সাহায্যে যে কোনও ব্যক্তির মানসিক বৈলক্ষ্য বা অস্থিরতার তারতম্য লক্ষ্য করা যায়—যাতে বোঝা যায়, সে সত্যানে বা ইচ্ছাকৃতভাবে সত্য গোপন করার জন্তে কল্পনার আশ্রয় গ্রহণ করবার চেষ্টা করছে কিনা। যন্ত্রে তার সেই মানসিক অস্থিরতা ধরা পড়ে, যন্ত্র-সংলগ্ন একটি সূক্ষ্ম পিনের সাহায্যে কাগজের উপর অঙ্কিত রেখাচিত্রের পর্যালোচনা করে।

প্রক্সিমিটি ডিটেক্টর—এই যন্ত্রের সাহায্যে ৬ ফুট নাগালের মধ্যে কোন কিছুই গতিবিধির খবর জানা যায়। কোনও ব্যক্তি বা বস্তু অপরোধী বা সংরক্ষিত এলাকার মধ্যে

এসে পড়লে বৈজ্ঞানিক কৌশলে যন্ত্রের পাগলা ঘটি বেজে ওঠে। কলে প্রায় সঙ্গে সঙ্গেই সাবধান হবার সুর্যোগ পাওয়া যায়। যেখানে ছুপ্রাপ্য বা মূল্যবান দলিলপত্র পাহারা দেবার দরকার, সেখানে এই যন্ত্রের উপযোগিতা অসামান্য।

গোয়েন্দা ঘণ্টা—আজকাল বড় বড় দোকান বা বাজারে খদ্দেরের ভিড়ে বিক্রেতার ব্যস্ততার সুর্যোগে হাত সাফাই, চুরি বা চোরাই মাল পাচার করা খুবই সাধারণ ব্যাপার—বিশেষ করে পূজা, ঈদ, বড়দিন প্রভৃতি উৎসব উপলক্ষ্যে যখন স্বভাবতই লোকের ভিড় ও ব্যস্ততা বেড়ে যায় এবং বিক্রেতা হয়ে পড়ে অশ্রমশ্রম।

এই ধরনের দুর্ভাগ্যকারীদের হাতেনাতে ধরবার জন্তে সম্প্রতি এক প্রকার বৈজ্ঞানিক যন্ত্রের (গোয়েন্দা ঘণ্টা) প্রচলন হয়েছে।

হুক্কতকারী অথবা তার দলের লোকদের কাঁদে ফেলবার উদ্দেশ্যে কোন দামী জিনিষ তাদের হাতের নাগালের মধ্যে ইচ্ছা করেই অসাবধানে রেখে দেওয়া হয়, যাতে হুক্কতকারী নিজের হাতে সেটি সরাবার সুর্যোগ পায়। ফলে, মাল সরাতে গেলেই গোপন গোয়েন্দা ঘণ্টা বেজে ওঠে আর চোরও হাতেনাতে ধরা পড়ে যায়।

কিন্তু এই কৌশলের একটা অনুবিধা এই যে, ঘণ্টা বাজবার সঙ্গে সঙ্গেই হুক্কতকারীর স্বাভাবিক প্রতিক্রিয়া হচ্ছে—বামাল হাত থেকে ফেলে দেওয়া। সে ক্ষেত্রে অল্প বহু নিরাপরাধ খদ্দেরের উপস্থিতিতে প্রকৃত হুক্কতকারীকে গুলিয়ে ফেলাই স্বাভাবিক।

এই অনুবিধা দূর করবার জন্তে টোপ হিসাবে মালের গায়ে মাখিয়ে দেওয়া হয় সিলভার নাইট্রেট। এর পর দরকার শুধু এক বোতল ফটোগ্রাফিক ডেভেলপার ও খানিকটা তুলার। ডেভেলপার প্রয়োগ করা হয় সন্দেহজনক লোকটির হাতে। সেই লোক প্রকৃত অপরাধী হলে তার হাত অবিলম্বে কালো হয়ে যাবে।

সিলভার নাইট্রেটের বদলে এর সহজতর বিকল্প হিসাবে সম্প্রতি ব্যবহৃত হচ্ছে আরেক ধরনের স্বচ্ছ বা অদৃশ্য পাউডার, যার নাম ফেনলপথলিন (Phenolphthaline) পাউডার। এর বৈশিষ্ট্য হচ্ছে—এই পাউডারের সংস্রবে আসা বস্তুমাত্রই জলে ভোবালে জল ও বস্তুটি উভয়ের রং-ই লাল হয়ে যায়। এই সুর্যোগের জন্তে আজকাল ভ্রূবেশী গোপন হুক্কতকারীর অপরাধের তদন্তে এর প্রচলন হয়েছে। ঘুষের টোপ দিয়ে কাঁদ পেতে ঘুষ-খাওয়া ব্যক্তিকে হাতেনাতে ধরবার জন্তে গোপন ব্যবস্থামত উৎকোচ আদায়কারীর হাতে অভিযোগকারী বা সাক্ষীর মারফৎ তুলে দেওয়া হয় কারেলি নোট, যাতে মাখানো থাকে এই গুঁড়া। ফলে ঘুষের টাকা হাতে নেবার প্রায় সঙ্গে সঙ্গেই সে হাতেনাতে ধরা পড়ে। প্রমাণটাও অকাটা—জলে ভোবানো মাত্র নোট ও তার হাত উভয়েই লাল রঙে রঞ্জিত হয়ে যায়।

ম্যাগনোমিটার—অধুনা বিশেষ পরিচিত হাইড্রাকিং, সাইক্লিকিং অর্থাৎ বিমান দল্লভার প্রতিবিধানে এই যন্ত্রের উপযোগিতা বিশেষভাবে অল্পভূত হচ্ছে।

এই যন্ত্রের সাহায্যে কোন সন্দেহজনক ব্যক্তি তার শরীর বা পরিচ্ছদের গোপন অংশে মারাত্মক অস্ত্রাদি লুকিয়ে রেখেছে কিনা, তা বোঝা যায়। বিশেষ করে বিমান ও বিমানবাহিনীদের নিরাপত্তার উদ্দেশ্যে প্রতিটি যাত্রীর দেহ ও মালপত্রের ব্যাপক তল্লাশী দরকার। এই যন্ত্র সে কাজে খুব সাহায্য করতে পারে। কেন না, এই যন্ত্রের ধাতু-চেতনা খুব তীব্র—এর সন্ধানী চোখে সামান্যতম ধাতুর পক্ষেও গোপন থাকা সম্ভব নয়। জেলখানা বা অন্যান্য সংরক্ষিত অঞ্চলে নিরাপত্তার জন্তে অন্তর্ঘাতী ও নাশকতামূলক কার্য নিবারণে এই জাতীয় যন্ত্রের প্রয়োজনীয়তা প্রমাণিত হয়েছে। কেবলমাত্র বিমান বাঁটিই নয়, অগ্ন্যাশু গুরুত্বপূর্ণ ক্ষেত্রেও এই ধরনের যন্ত্রের যথেষ্ট প্রয়োজনীয়তা অনুভূত হচ্ছে।

জীমূতকান্তি বন্দ্যোপাধ্যায়

প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১. : ফটো-ইলেকট্রিক প্রক্রিয়া কি ?

শ্যামল দস্তিদার, পুরুলিয়া
কল্যাণ বসাক, কলিকাতা-৬

প্রশ্ন ২. : খশিয়োরকর রোগ সম্পর্কে কিছু বলুন

শ্যামসুন্দর হাজরা, কলিকাতা-৬

উত্তর ১. : যে প্রক্রিয়ার আলো থেকে বৈদ্যুতিক শক্তি পাওয়া যায়, তাকে ফটো-ইলেকট্রিক প্রক্রিয়া বলা হয়। বিভিন্ন পরীক্ষা-নিরীক্ষায় দেখা গেছে যে, অনেক পদার্থ আছে, যাদের উপর আলোক রশ্মি আপতিত হলে পদার্থ থেকে ইলেকট্রন নির্গত হয়। নির্গত ইলেকট্রনের সংখ্যা আপতিত আলোকের তীব্রতার উপর নির্ভর করে। বিভিন্ন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোক রশ্মি ব্যবহার করলে নির্গত ইলেকট্রনের শক্তিও পরিবর্তিত হয়ে থাকে। পরীক্ষায় আরো জানা যায় যে, এই জাতীয় প্রত্যেক পদার্থের বেলায় আপতিত আলোকের কম্পনাঙ্ক একটা নির্দিষ্ট মানের হয়ে থাকে—যাকে বলা হয় প্রারম্ভিক কম্পনাঙ্ক। নির্গত ইলেকট্রনের প্রবাহ পেতে হলে আপতিত আলোকের কম্পনাঙ্ক পদার্থের প্রারম্ভিক কম্পনাঙ্ক অপেক্ষা বেশী হতে হবে।

১৯০৫ সালে বিজ্ঞানী আইনষ্টাইন কোয়ান্টাম বলবিজ্ঞান সাহায্যে এই প্রক্রিয়ার একটা গাণিতিক সূত্র বের করেন, যা বিজ্ঞানী মিলিকান ১৯১২ সালে পরীক্ষার দ্বারা এর

সাধারণতঃ প্রমাণ করেন। এই প্রক্রিয়াকে কেন্দ্র করেই তৈরি হয়েছে বিভিন্ন রকমের ফটো-ইলেকট্রিক সেল, যার বহুল প্রয়োগ আজ সুবিদিত।

উত্তর 2. : খশিয়োরকর রোগটি প্রধানতঃ শিশুদের মধ্যেই দেখা যায়। শিশুদের দৈহিক পুষ্টি ও বৃদ্ধির ক্ষেত্রে প্রোটিনের প্রয়োজনীয়তা খুবই বেশী। সাধারণতঃ শিশুদের খাতে যদি প্রোটিনের পরিমাণ খুবই কমে যায়, তাহলে এই রোগটি দেখা দেয়। এই রোগে ক্ষুধামান্দ্য, দেহের ওজন হ্রাস, কিমিয়ে পড়া, উদরাময় ইত্যাদি লক্ষণ প্রকাশ পায়। খশিয়োরকর রোগটির গুরুতর আক্রমণে অনেক সময় শিশুর মৃত্যু ঘটে।

সাধারণতঃ মাতার স্তন্যদুগ্ধের উপর নির্ভরতার সময় পেরিয়ে গেলে শিশুদের শস্ত্রের মণ্ড খাওয়ানো হয়। এগুলির মধ্যে রয়েছে ভাতের মণ্ড, সাগুর মণ্ড, কাঁচ-কলার মণ্ড ইত্যাদি। মোটামুটিভাবে এক বছরের একটি শিশুর ক্ষেত্রে দৈনিক প্রোটিনের প্রয়োজনীয়তা প্রায় 30 গ্রামের মত। মায়ের স্তন্যদুগ্ধ ও এই মণ্ড থেকে যে পরিমাণ প্রোটিন পাওয়া যায়, তা শিশুটির পক্ষে যথেষ্ট নয়। প্রোটিনবহুল খাদ্য হিসাবে শিশুটি যদি গরুর দুধ খায়, তবে এই দুধ থেকেই সে প্রয়োজনীয় প্রোটিন পেতে পারে। দুধ ছাড়াও আজকাল শিশুদের বিভিন্ন উদ্ভিজ্জ প্রোটিনের মিশ্রণ খাওয়ানো হয়। এই উদ্ভিজ্জ প্রোটিনের মিশ্রণ এমনভাবে তৈরি করা হয়, যা শিশুরা সহজেই হজম করতে পারে। উপরিউক্ত উদ্ভিজ্জ প্রোটিনগুলির মধ্যে রয়েছে ছোলা, ভিলের গুঁড়া, কলার ময়দা, গুড়, জৈষ্ঠ, চীনাবাদাম ও তুলা বীজের খইল প্রভৃতি। এগুলি ছাড়াও মাখন-তোলা দুধের গুঁড়া নির্দিষ্ট মাত্রায় খাইয়ে খশিয়োরকর রোগে বিশেষ উপকার পাওয়া গেছে।

শ্রীমতুল্লার দে*

* ইনস্টিটিউট অব রেডিও-কিমিয়া অ্যান্ড ইলেকট্রনিক্স ; বিজ্ঞান কলেজ, কলিকাতা-9

উত্তর

(পারদর্শিতার পরীক্ষা)

1. যেহেতু একটি ইলেকট্রনের ভর 9.1×10^{-31} গ্রাম, 1 মিলিগ্রাম (-10^{-3} গ্রাম) ইলেকট্রনের মধ্যে $\frac{10^{-3}}{9.1 \times 10^{-31}}$ টি ইলেকট্রন আছে। প্রতিটি ইলেকট্রনের আধান 4.8×10^{-10} (ইলেকট্রোস্ট্যাটিক একক বা E. S. U.)। 1 মিলিগ্রাম

$$\text{ইলেকট্রনের আধান} = \frac{1}{9.1} \times 10^{28} \times 4.8 \times 10^{-10} = \frac{4.8}{9.1} \times 10^{18} \text{ E. S. U.}$$

R সে. মি. দূরত্বের ব্যবধানের 1 মিলিগ্রাম ইলেকট্রন রাখলে তাদের বিকর্ষণ বল

$$\frac{\left(\frac{4.8}{9.1} \times 10^{18}\right)^2}{R^2} \approx \frac{2.9 \times 10^{36}}{R^2} \text{ ডাইন।}$$

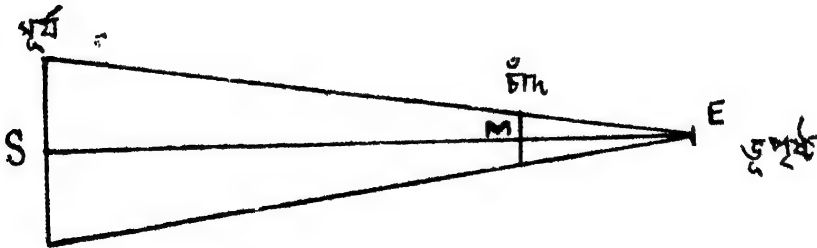
পৃথিবীর ভর 5.97×10^{27} গ্রাম এবং কৃত্রিম উপগ্রহের ভর 10^6 গ্রাম এবং ভূকেন্দ্রে থেকে

$$\begin{aligned} \text{R সে. মি. দূরত্বে কৃত্রিম উপগ্রহ থাকলে তাদের আকর্ষণ বল} &= G \frac{5.97 \times 10^{27} \times 10^6}{R^2} \\ &= \frac{6.7 \times 10^{-8} \times 5.97 \times 10^{33}}{R^2} \text{ ডাইন} \approx \frac{3.9 \times 10^{26}}{R^2} \text{ ডাইন।} \end{aligned}$$

সুতরাং পূর্বোক্ত বিকর্ষণী বল আকর্ষণী বল অপেক্ষা প্রায় দশ হাজার গুণ জোরালো।

সুতরাং দেখা যাচ্ছে, বৈদ্যুতিক বল মাধ্যাকর্ষণসম্মত বল অপেক্ষা বহুগুণ তীব্র। এক মিলিগ্রাম ইলেকট্রন অল্প এক মিলিগ্রাম ইলেকট্রনকে যে বলের দ্বারা বিকর্ষণ করে, বিশাল পৃথিবী 1 হাজার কিলোগ্রামের বস্তুকেও তত জোরে আকর্ষণ করতে পারে না।

2. পূর্ণগ্রাস সূর্যগ্রহণের সময় চন্ড্রের দ্বারা পৃথিবীতে পৌঁছানো প্রয়োজন এবং চন্ড্রের সর্বাধিক দূরত্ব এমন হওয়া প্রয়োজন, যাতে চন্ড্রের প্রচ্ছন্নতার দীর্ঘ ভূপৃষ্ঠ স্পর্শ করে। চিত্র থেকে ব্যাপারটা বুঝা যাবে।



$$\frac{EM}{ES} = \frac{\text{চন্ড্রের ব্যাস}}{\text{সূর্যের ব্যাস}}$$

$$\therefore EM = \frac{3480}{1,390,000} \times 150,000,000 \approx 376,000 \text{ কি. মি.। চন্ড্রের দূরত্ব এর অধিক}$$

হলে ভূপৃষ্ঠের E বিন্দু থেকে সূর্যের বলের গ্রাস দেখা যাবে।

3. আমরা জানি m গ্রাম গ্যাসের চাপ P , (ডাইন/বর্গ সে. মি.), আয়তন V সি. সি. ও তাপমাত্রা $T^\circ K$ হয় এবং M যদি আণবিক ওজন (Molecular weight) হয়, তবে

$$PV = \frac{m}{M}RT, \text{ অক্সিজেনের ক্ষেত্রে } M=32$$

$$\therefore 16 \text{ গ্রাম অক্সিজেনের চাপ } P_1 \text{ এবং আয়তন } V_1 \text{ সি. সি. হলে } P_1 V_1 = \frac{1}{2}RT$$

$$32 \text{ গ্রাম অক্সিজেনের ক্ষেত্রে আয়তন } V_2 \text{ সি. সি. হলে } 4P_1 V_2 = RT$$

$$\therefore \frac{V_1}{V_2} = 2 \quad \therefore V_2 = \frac{1}{2}V$$

4. কোন মাধ্যমে শব্দ-তরঙ্গের গতি মাধ্যমের স্থিতিস্থাপকতার উপর নির্ভরশীল। অধিক-স্থিতিস্থাপক মাধ্যমে শব্দ-তরঙ্গের গতি অধিক। লোহার শব্দ-তরঙ্গে গতি প্রায় 5131 কিলোমিটার প্রতি সেকেন্ডে। বায়ুতে শব্দের গতি সাধারণ অবস্থার প্রায় 330 কিলোমিটার প্রতি সেকেন্ডে। সুতরাং লোহার রডের মধ্য দিয়ে শব্দ আগে পৌঁছা যাবে।

5. রবারের সূত্রের মধ্য দিয়ে টান (Tension) হ্রাসকে সমভাবে থাকবে। অতএব গোলক দুটির উপর সমান বল ক্রিয়াশীল হবে।

শোক-সংবাদ

পরলোক অধ্যাপক জে. ডি. বার্নাল

প্রখ্যাত ব্রিটিশ বিজ্ঞানী অধ্যাপক জন ডেসমণ্ড বার্নাল গত 15ই সেপ্টেম্বর (1971) লণ্ডনে পরলোকগমন করেছেন। তিনি 1901 সালের মে মাসে আয়ারল্যান্ডের নেনাঘে জন্মগ্রহণ করেন। 1922 সালে কেম্ব্রিজ থেকে তিনি এম. এ. ডিগ্রি লাভ করেন।

1938 সালে তিনি পদার্থবিজ্ঞানের অধ্যাপকের পদে নিযুক্ত হন এবং 1963 সালে লণ্ডনের বীরবেক কলেজে ক্রিস্ট্যালোগ্রাফীর অধ্যাপকের পদে যোগদান করেন। তিনি জল থেকে সূর্য করে কার্বন, শক্তির পদার্থ ও অনেক জটিল ও সরল পদার্থের গঠন-রীতি সম্বন্ধে গবেষণা করেন। তারপর তিটানিন, হরমোন, প্রোটিন ও ডাইরাস প্রভৃতি সম্বন্ধে গবেষণার প্রবৃত্তি হন। লক্ষ্যমাত্রি তিনি তরঙ্গ পদার্থের গঠন-কৌশলের বিষয় অল্পসংখ্যানে ব্যাপ্ত হয়েছিলেন।

1934 সালে অধ্যাপক বার্নাল সর্বপ্রথম প্রোটিন ক্রিস্টালের আভ্যন্তরীণ গঠনের এক্স-রে ছবি গ্রহণে কৃতকার্য হন, বার কলে অণুর আকৃতি ও আয়তন নির্ধারণ করা সম্ভব হয়। দ্বিতীয় মহাযুদ্ধের সময় ব্রিটিশ গভর্ণমেন্টের উচ্চতম বৈজ্ঞানিক উপদেষ্টাদের মধ্যে তিনি ছিলেন অল্পতম। তিনি ইউনাইটেড স্টেটস-এর স্বাধীনতা পদক এবং 1953 সালে লেনিন শান্তি পুরস্কার লাভ করেন।

বিজ্ঞানের সামাজিক কার্যকারিতা সম্পর্কিত যে কোন বিষয়ে বক্তৃতা প্রদানের জন্তে 1969 সালে তিনি 2,000 পাউণ্ড অর্থদানে বার্নাল লেকচার ফাউন্ড-এর প্রতিষ্ঠা করেন। তিনি ক্রিস্ট্যালোগ্রাফি এবং আণবিক জীববিজ্ঞান সম্পর্কে বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক পত্রিকায় বহু লংঘ্যক প্রবন্ধ প্রকাশ করেন। এতদ্ব্যতীত তিনি 'The Social Function of Science' (1939), The

Physical Basis of Life (1951) ; Science in History (1954-65), Origin of Life (1967) প্রভৃতি গ্রন্থ রচনা করেন।



অধ্যাপক জে. ডি. বার্নাল

১৯৫৭ সালে তিনি মস্কো বিশ্ববিদ্যালয়ের অবৈতনিক অধ্যাপক নিযুক্ত হন, ১৯৫৮ সালে USSR সায়েন্স অ্যাকাডেমি, ১৯৬০ সালে চেকোস্লোভাক সায়েন্স অ্যাকাডেমির নিয়মিত সদস্য, ১৯৬২ সালে বার্লিনের জার্মান সায়েন্স অ্যাকাডেমির করেস্পন্ডিং মেম্বর এবং ১৯৬৬ সালে নরওয়ের সায়েন্স অ্যাকাডেমির সদস্য হন। ১৯৫৯ সালে তাঁকে গ্রোটিয়াস পদক দানে সম্মানিত করা হয়।

পরলোকে অধ্যাপক বার্নার্ডো হোসে

লন্ডন ২২শে সেপ্টেম্বর (১৯৭১) অধ্যাপক বার্নার্ডো হোসে পরলোকগমন করেছেন।

তিনি ১৮৮৭ সালে এপ্রিল মাসে জন্মগ্রহণ করেন। ব্যুয়েনস আয়াসে তিনি শিক্ষা লাভ করেন এবং ১৯১১ সালে মেডিক্যাল গ্র্যাজুয়েট হবার পর ব্যুয়েনস আয়াসের ভেটারিনারী স্কুলে শারীরবিজ্ঞান অধ্যাপকরূপে কর্মক্ষেত্রে প্রবেশ করেন। ১৯১৭ সাল পর্যন্ত তিনি এই কাজে নিযুক্ত ছিলেন। তারপর তিনি ব্যুয়েনস আয়াসের মেডিক্যাল স্কুলে যোগদান করেন। এখানে তিনি ১৯৪৩ সাল পর্যন্ত কার্যে নিযুক্ত ছিলেন। ১৯৪৮ সালে তিনি ক্যালিফোর্নিয়া বিশ্ববিদ্যালয়ের হিচকক প্রোফেসর নিযুক্ত হন। ১৯৪৭ সালে তিনি ভেষজ ও শারীরবিজ্ঞান নোবেল পুরস্কার লাভ করেন। ঐ বছরেই তাঁকে আমেরিকান ডায়েবেটিস অ্যাসোসিয়েশনের ব্যাটিং মেডাল এবং আমেরিকান কার্মাসিউটিক্যাল ম্যানুফ্যাকচারার অ্যাসোসিয়েশনের গবেষণা পুরস্কার দানে সম্মানিত করা হয়।

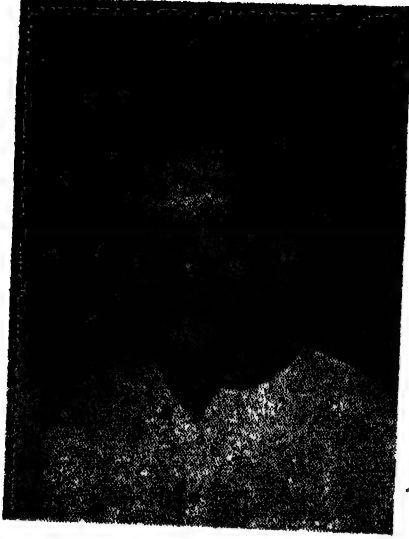
১৯৪৮ সালে তিনি লন্ডনের রয়েল কলেজ অব ফিজিসিয়ানস্-এর ব্যালী পদক এবং সিডনির জেমস্ কুক পদক লাভ করেন। এতদ্ব্যতীত অধ্যাপক হোসে প্যারিস, ট্রান্সবার্গ, ক্রেনেল, লাউভেন, মন্টেভিডো, ড্যাসেলডর্ক এবং আরও কয়েকটি বিশ্ববিদ্যালয়ের মেডিসিনে অনারেরী ডক্টরেট ডিগ্রি লাভ করেন। অক্সফোর্ড, হার্ভার্ড, শাও পাউ লো, মেক্সিকো, টরন্টো এবং নিউইয়র্ক বিশ্ববিদ্যালয় তাঁকে বিজ্ঞানে সম্মানসূচক ডক্টরেট উপাধি দানে সম্মানিত করেন। ব্যুয়েনস আয়াসে র জাশন্তাল অ্যাকাডেমি অব সায়েন্স এবং আর্জেন্টিনার সায়েন্স অ্যাসোসিয়েশনের তিনি ভূতপূর্ব সভাপতি ছিলেন। তিনি আর্জেন্টিনার জাশন্তাল রিসার্চ কাউন্সিল এবং আর্জেন্টিনার বায়োলজিক্যাল সোসাইটিরও সভাপতি ছিলেন।

পরলোকে অরুণকঙ্ক বন্দ্যোপাধ্যায়

আকাশবাণীর মগরার উচ্চশক্তি ট্রান্সমিটারের তারপ্রাপ্ত ডেপুটি চীফ ইঞ্জিনিয়ার বিশিষ্ট বৈদ্য-

বিজ্ঞানী শ্রীঅরুণকৃষ্ণ বন্দ্যোপাধ্যায় গত 19শে সেপ্টেম্বর আকস্মিকভাবে হৃদরোগে আক্রান্ত হয়ে পরলোকগমন করেছেন। যুভ্যাকালে তাঁর বয়স হয়েছিল মাত্র 55 বছর এবং তিনি তাঁর যুগ

পরীক্ষায় তিনি প্রথম শ্রেণীর বৃত্তি লাভ করেন এবং 1937 সালে এম. এস-সি পরীক্ষায় বিশুদ্ধ পদার্থ-বিজ্ঞানে শীর্ষস্থান অধিকার করেন ও বেতার বিষয়ে বিশেষ কৃতিত্বের পরিচয় দেন। এরপর প্রায় দু-বছর কাল তিনি পরলোকগত জাতীয় অধ্যাপক ডক্টর শিশিরকুমার মিত্রের অধীনে উচ্চ আয়নমণ্ডল ও বেতার বিষয়ে গবেষণা করেন এবং কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ গবেষণা-নিবন্ধ প্রকাশ করেন। 1939-40 সালে তিনি আকাশবাণীতে বেতার প্রযুক্তিবিদ হিসাবে যোগদান করেন এবং কর্মকৃশলতার পরিচয় দিয়ে ডেপুটি চীফ ইঞ্জিনিয়ারের পদে উন্নীত হন।



অরুণকৃষ্ণ বন্দ্যোপাধ্যায়

পিতা, স্ত্রী, এক পুত্র, এক কন্যা ও এক জামাতা, এক ভ্রাতা ('জ্ঞান ও বিজ্ঞান' পত্রিকার অন্ততম সম্পাদক শ্রীরবীন্দ্র বন্দ্যোপাধ্যায়) এবং চার ভগিনী রেখে গেছেন।

অরুণকৃষ্ণ কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের একজন কৃতি ছাত্র ছিলেন। বিশ্ববিদ্যালয়ের প্রবেশিকা

মোন্টিরেট রানিয়ার সহযোগিতায় পশ্চিম বাংলার হুগলী জেলার মগরায় প্রায় 4 কোটি টাকা ব্যয়ে আকাশবাণীর সর্বাঙ্গের পঞ্জিস্থানী (1000 কিলোওয়াট) ট্রান্সমিটারটি অরুণকৃষ্ণেরই তত্ত্বাবধানে নির্মিত হয় এবং জীবনের শেষ দিন পর্যন্ত তিনি এই বেতার কেন্দ্রের ভারপ্রাপ্ত ছিলেন। 1969 সালের সেপ্টেম্বর মাসে এই কেন্দ্রটির আন্তর্জাতিক উদ্বোধন হয়।

অরুণকৃষ্ণ আকাশবাণীর দিল্লী কেন্দ্রে প্রযুক্তি-বিদ্যের শিক্ষণ বিভাগে কিছুকাল অধ্যাপনাও করেন। তিনি বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের প্রাক্তন সদস্য এবং বাংলা ভাষার বিজ্ঞান বিষয়ে একজন স্নলেখক ছিলেন।

বিবিধ

বিজ্ঞান প্রদর্শনী

কলকাতার স্কটিশ চার্চ কলেজিয়েট স্কুলে 20শে থেকে 22শে সেপ্টেম্বর '71 পর্যন্ত সপ্তম বার্ষিক বিজ্ঞান প্রদর্শনী অনুষ্ঠিত হয়। উদ্বোধন অনুষ্ঠানে সভাপতি হিসাবে যোগদান করেন সাহা ইনস্টিটিউট অব নিউক্লিয়ার ফিজিক্স-এর ডক্টর জয়ন্ত বসু (বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের কর্ণ-সচিব) এবং প্রধান অতিথিরূপে উপস্থিত ছিলেন জুওলজিক্যাল সার্ভে অব ইণ্ডিয়া-র ডক্টর কে. কে. তেওয়ারি।

বিজ্ঞান প্রদর্শনীটিতে পদার্থবিজ্ঞা, রসায়ন, জীববিজ্ঞা ও গণিতের বিভিন্ন তত্ত্ব ও তথ্যাদির পরীক্ষা-নিরীক্ষা, বস্তুপাতি, মডেল, নমুনা, চিত্র প্রভৃতির মাধ্যমে চিত্তাকর্ষকভাবে উপস্থাপিত করা হয়েছিল। এই প্রসঙ্গে ছাত্রদের নিজেরদের তৈরি করেকটি বস্তু ও মডেল সর্বশেষ উল্লেখযোগ্য। বিভিন্ন বিষয় সম্পর্কে ছাত্রদের প্রাঞ্জল ব্যাখ্যা এবং সেই ব্যাখ্যার কাজে তাদের অদম্য উৎসাহ প্রদর্শনটিকে বিশেষভাবে প্রাণবন্ত করে তুলেছিল। তবে দু-একটি ক্ষেত্রে বিষয়বস্তু সযত্নে ছাত্রদের ধারণা খুব স্পষ্ট বলে মনে হয় নি। প্রদর্শনীর প্রস্তুতির সময় ছাত্রদের কাছে বিষয়বস্তুর ব্যাখ্যার সংশ্লিষ্ট কর্তৃপক্ষ আরো একটু বেশী বস্তু নিলে এই ধরনের প্রদর্শনী পরিপূর্ণভাবে সার্থক হয়ে উঠবে।

প্রসঙ্গতঃ উল্লেখযোগ্য যে, বিজ্ঞান প্রদর্শনীর পাশে কলা ও বাণিজ্য বিষয়ক প্রদর্শনীরও ব্যবস্থা করা হয়েছিল।

পশ্চিম বঙ্গের বর্তমান অবস্থার তিনদিনব্যাপী প্রদর্শনীর আয়োজন করে এবং তা সুষ্ঠুভাবে পরিচালনা করে স্কটিশ চার্চ কলেজিয়েট স্কুলের

কর্তৃপক্ষ ও শিক্ষকবৃন্দ গঠনমূলক কাজে ছাত্র-শক্তিকে নিয়োজিত করবার যে উজ্জল দৃষ্টান্ত স্থাপন করেছেন, তার জন্তে তাঁরা নিঃসন্দেহে প্রশংসার যোগ্য।

সর্পোত্তান

মাদ্রাজ (তামিলনাড়ু) থেকে ইউ. এন. আই. কর্তৃক প্রচারিত ধ্বংস প্রকাশ—২রা অক্টোবর মাদ্রাজে ভারতের প্রথম সর্পোত্তানটির উদ্বোধন হয়। উদ্বোধন করেন তামিলনাড়ুর অরণ্য দপ্তরের মহাশী ও. পি. রায়ন। এই উদ্বোধনে বিভিন্ন শ্রেণীর সাপ ও সরীসৃপজাতীয় প্রাণীর পৃথক পৃথক ঘর থাকবে।

এখানে ভারতীয় সরীসৃপদের স্বভাব-চরিত্র পর্যবেক্ষণ করা হবে এবং ঔষধাদি প্রস্তুতের প্রয়োজনে সাপের বিষ সংগ্রহ করা হবে।

প্রাকৃতিক পরিবেশে আট হেক্টর এলাকা নিয়ে এই উদ্যানটি তৈরি হয়েছে।

1971 সালের শারীরবিজ্ঞান নোবেল পুরস্কার

হর্মোন সম্পর্কে গবেষণার জন্তে সুক্তরাষ্ট্রের নাসভিলের ডাওয়ারব্রিট বিশ্ববিদ্যালয়ের ডক্টর আর্ল উইলবার সাদারল্যাণ্ডকে শারীরবিজ্ঞা ও ভেষজ-বিজ্ঞানে 1971 সালের নোবেল পুরস্কারে ভূষিত করা হয়েছে।

হর্মোনের কার্যকারিতার ক্ষেত্রে আবিষ্কারের জন্তে নোবেল পুরস্কার কমিটি তাঁকে এই পুরস্কার দিয়েছেন।

55 বছর বয়স্ক ক্যালিফোর্নিয়ায় নিবাসী ডক্টর সাদারল্যাণ্ডকে নিয়ে এপর্যন্ত 40 জন আমেরিকান নোবেল পুরস্কার পেয়েছেন।

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ

পি 23, রাজা রাজকৃষ্ণ ষ্ট্রীট, কলিকাতা-৬

ত্রয়োবিংশ বার্ষিক সাধারণ অধিবেশন, 1971

পরিষদ ভবন

22শে সেপ্টেম্বর '71

বুধবার, 5-30 টা

কার্যবিবরণী ও গৃহীত প্রস্তাবাবলী

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের এই ত্রয়োবিংশ বার্ষিক সাধারণ অধিবেশনে মোট 31 জন সদস্য উপস্থিত ছিলেন। পরিষদের সভাপতি অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ বসু মহাশয়ের সভাপতিত্বে সভার কাজ সম্পন্ন হয়।

1. কর্মসচিবের বার্ষিক বিবরণী

পরিষদের কর্মসচিব শ্রীজয়ন্ত বসু মহাশয় এই অধিবেশনে উপস্থিত সভ্যগণকে স্বাগত জানাইয়া গত 1970-71 সালের জন্ত পরিষদের বিবিধ কাজ-কর্ম ও আর্থিক অবস্থাদি সম্পর্কে তাঁহার লিখিত বার্ষিক বিবরণী পাঠ করেন। তিনি প্রারম্ভে বলেন যে, গত জুলাই মাসে পরিষদের ত্রয়োবিংশ বার্ষিক প্রতিষ্ঠা দিবস অঙ্কনেন সভার পঠিত কার্যবিবরণীতে আলোচ্য বৎসরে পরিষদের বিভিন্ন কর্মপ্রচেষ্টা ও আর্থিক অবস্থাদির বিবরণ বিস্তৃতভাবে আলোচিত হইয়াছিল এবং তাহাই মোটামুটি ভাবে 1970-71 সালের বার্ষিক বিবরণী হিসাবে গণ্য করা যাইতে পারে। (উক্ত কার্যবিবরণী 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' পত্রিকার অগাষ্ট'71 সংখ্যায় প্রকাশিত হইয়াছিল)। বাহ্য হউক, তিনি পরিষদের বিবিধ কাজ-কর্ম ও আর্থিক অবস্থা বিশ্লেষণ করিয়া একটি নতিদীর্ঘ বিবরণী দান করেন।

এই বিবরণীতে তিনি পরিষদের আর্থপরিচালনার

মাতৃভাষায় বাংলায় বিজ্ঞানের প্রচার ও প্রসার সাধনের উদ্দেশ্যে 'জ্ঞান ও বিজ্ঞান' মাসিক পত্রিকা এবং জনপ্রিয় বিজ্ঞান পুস্তক ও বিজ্ঞানময় পাঠ্য-পুস্তক প্রকাশ, বিজ্ঞানবিষয়ক বক্তৃতার ব্যয়গ্রহণ প্রভৃতির ও পাঠাগার এবং হাতে-কলমে বিভাগ পরিচালনা প্রভৃতি বিভিন্ন কর্মধারা বর্ণনা করেন। এই প্রসঙ্গে পরিষদের কাজ-কর্মের মানোন্নয়নের জন্ত যে সকল ব্যবস্থা অবলম্বন করা হইয়াছে, তিনি সেইগুলির উল্লেখ করেন। পরিকল্পনা অঙ্গুষ্ঠারী বিবিধ কাজের বাস্তব রূপায়ণে যে সব আর্থিক দায়-দায়িত্ব বর্তিয়াছে, তাহার ব্যাখ্যা করিয়া কর্মসচিব মহাশয় সভ্যবৃন্দের সক্রিয় সাহায্য ও সহযোগিতার জন্ত আহ্বান জানান।

2. হিসাব বিবরণী ও ব্যয়-বরাদ্দ

গত 1970-71 সালের পরীক্ষিত হিসাব বিবরণী ও উদ্বৃত্ত-পত্র (ব্যালান্স শিট) পরিষদের কোষাধ্যক্ষ শ্রীপরমলকান্তি ঘোষ মহাশয় সভার অঙ্গুমোদনের জন্ত উপস্থাপিত করিয়া গুরুত্বপূর্ণ বিষয়গুলি বিশেষভাবে বিশ্লেষণ করেন। উপস্থিত সভ্যগণ-কর্তৃক উক্ত হিসাব-বিবরণী ও উদ্বৃত্ত-পত্র সর্বসম্মতিক্রমে অঙ্গুমোদিত ও গৃহীত হয়।

অতঃপর কোষাধ্যক্ষ মহাশয় পরিষদের বিদ্যারী কার্যকরী সমিতি কর্তৃক রচিত ও অঙ্গুমোদিত বর্ডমান 1971-72 সালের জন্ত পরিষদের আর্থ-

মানিক ব্যঙ্গ-বরাদ্দ বা বাজেট পত্র সভ্যগণের অহুমোদনের জন্য সভায় পেশ করেন। বখোচিত আলোচনার পরে উক্ত ব্যঙ্গ-বরাদ্দ পত্র উপস্থিত সভ্যগণ কর্তৃক সর্বসম্মতিক্রমে অহুমোদিত ও গৃহীত হয়।

3. কার্যকরী সমিতি গঠন

১৯৭১-৭২ সালের জন্য পরিষদের নূতন কার্যকরী সমিতির কর্মাদ্যক্ষ মণ্ডলী ও সাধারণ সদস্যের মনোনয়ন পত্রের চূড়ান্ত তালিকা কর্ম-সচিব মহাশয় সভায় অহুমোদনের জন্য উপস্থাপিত করেন এবং সভ্যগণ কর্তৃক তাহা সর্বসম্মতিক্রমে অহুমোদিত হয়। উক্ত তালিকা অহুমোদী পরিষদের নূতন কার্যকরী সমিতির বিভিন্ন পদে ও সাধারণ সদস্যরূপে নিম্নলিখিত সভ্যগণ সর্বসম্মতিক্রমে নির্বাচিত হইলেন বলিয়া সভায় ঘোষিত হয়।

কার্যকরী সমিতি

কর্মাদ্যক্ষমণ্ডলী :

সভাপতি—শ্রীসত্যেন্দ্রনাথ বসু

সহ: সভাপতি—শ্রীঅজিতকুমার সাহা

শ্রীঅনাদিনাথ দাঁ

শ্রীঅনুল্যখন দেব

শ্রীঅসীমা চট্টোপাধ্যায়

শ্রীআন্তোয় গুহঠাকুরতা

শ্রীবলাইচাঁদ কুণ্ডু

শ্রীমৃণালকুমার দাশগুপ্ত

শ্রীযোগেন্দ্রনাথ মৈত্র

শ্রীসতীশব্রজ খাস্তগীর

কোষাধ্যক্ষ—শ্রীজয়ন্ত বসু

কর্মসচিব—শ্রীপরিমলকান্তি ঘোষ

সহযোগী কর্মসচিব—শ্রীরবীন্দ্র বন্দ্যোপাধ্যায়

শ্রীশ্যামসুন্দর দে

সাধারণ সদস্য

1. শ্রীগোপালচন্দ্র ভট্টাচার্য

2. শ্রীজ্ঞানেন্দ্রনাথ ভাট্টাচার্য

3. শ্রীদিলীপকুমার ঘোষ

4. শ্রীদেবেন্দ্রনাথ বিশ্বাস

5. শ্রীব্রজেন্দ্রনাথ দাশগুপ্ত

6. শ্রীমণীন্দ্রনাথ মুখোপাধ্যায়

7. শ্রীরমাপ্রসাদ সরকার

8. শ্রীরমেন্দ্রনাথ মিত্র

9. শ্রীরাধাকান্ত মণ্ডল

10. শ্রীকৃষ্ণেন্দ্রকুমার পাল

11. শ্রীশঙ্কর চক্রবর্তী

12. শ্রীসমীরকুমার ঘোষ

13. শ্রীমুনীন্দ্রনাথ সিংহ

14. শ্রীমুর্খেন্দ্রনাথ কল

15. শ্রীহেমেন্দ্রনাথ মুখোপাধ্যায়

4. গ্রাসরক্ষক নির্বাচন

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদের গ্রাসরক্ষক মণ্ডলীর অন্ততম সভ্য হিসাবে শ্রীজ্ঞানেন্দ্রনাথ ভাট্টাচার্য নাম শ্রীকৃষ্ণেন্দ্রকুমার পাল কর্তৃক প্রস্তাবিত ও শ্রীযোগেন্দ্রনাথ মৈত্র কর্তৃক সমর্থিত হয়। উক্ত প্রস্তাব অতঃপর সভায় সর্বসম্মতিক্রমে অহুমোদিত ও গৃহীত হয়।

5. হিসাব-পরীক্ষক নির্বাচন

পরিষদের বিভিন্ন তহবিলের ১৯৭১-৭২ সালের হিসাব-পত্র পরীক্ষা করিবার জন্য হিসাব পরীক্ষক (অডিটর) রূপে পরিষদের পূর্বতন হিসাব পরীক্ষক মেসার্স মুখার্জী, গুহঠাকুরতা অ্যাণ্ড কোং, চার্টার্ড অ্যাকাউন্টস-এর নাম প্রস্তাবিত হয় এবং তাহা সর্বসম্মতিক্রমে গৃহীত হয়।

6. অনুসঙ্গ স্মারক-পত্র এবং বিধি

ও নিয়মাবলী

পশ্চিমবঙ্গ সোসাইটি অ্যাক্ট অনুসারে পরিষদের রেজিস্ট্রীকৃত অনুসঙ্গ স্মারক-পত্র এবং বিধি ও নিয়মাবলীর প্রয়োজনীয়রূপ সংশোধনের প্রসঙ্গ (কার্যকরী সমিতির ২৫.৪.৭১ তারিখের অধিবেশনে প্রস্তাবিত) কর্মসচিব মহাশয় সভায় উপস্থাপিত করেন এবং বখোচিত আলোচনার

পরে উক্ত সংশোধন উপস্থিত সভাগণ কর্তৃক সর্বসম্মতিক্রমে অহুমোদিত ও গৃহীত হয়।

7. অনুমোদক মণ্ডলী নির্বাচন

পরিষদের নিয়মতন্ত্রের বিধান অনুসারে এই বার্ষিক সাধারণ অধিবেশনের কার্যবিবরণী ও গৃহীত প্রস্তাবলীর অহুমোদিত চূড়ান্তভাবে অনুমোদনের জন্য নিম্নলিখিত সদস্যগণ অনুমোদক হিসাবে সভার সর্বসম্মতিক্রমে নির্বাচিত হয়।

1. শ্রীদিলীপকুমার ঘোষ
2. শ্রীব্রহ্মানন্দ দাশগুপ্ত
3. শ্রীজ্ঞানেন্দ্রলাল ভাট্টা
4. শ্রীরাধাকান্ত মণ্ডল
5. শ্রীরমেন্দ্রকৃষ্ণ মিত্র

নিয়মানুসারে অধিবেশনের সভাপতি ও পরিষদের কর্মসচিব সহ উপরিউক্ত নির্বাচিত পাঁচজন অনুমোদকের দ্বারা এই অধিবেশনের কার্য-বিবরণী ও গৃহীত প্রস্তাবলী অহুমোদিত ও স্বাক্ষরিত হইলে—তাহা চূড়ান্তভাবে গৃহীত বলিয়া গণ্য হইবে।

8. সভাপতির ভাষণ

পরিষদের সভাপতি অধ্যাপক সত্যেন্দ্রনাথ বসু মহাশয় উপস্থিত সভ্যগণকে ও অজ্ঞাত ব্যক্তিদের পরিষদের প্রতি তাঁহাদের শুভেচ্ছা ও সহযোগিতার জন্য ধন্যবাদ জ্ঞাপন করেন। দেশের বর্তমান অবস্থার বিজ্ঞান শিক্ষা ও বিজ্ঞান

প্রচারের মত গঠনমূলক কাজের সবিশেষ গুরুত্ব সম্পর্কে তিনি বিশদ আলোচনা করেন।

পশ্চিমবঙ্গে বাংলা ভাষার মাধ্যমে বিজ্ঞান শিক্ষার জন্য যে সকল সরকারী উদ্যোগ পরিচালিত হইতেছে, সেগুলিকে স্বাগত জানাইয়া তিনি বলেন যে, গত 23 বৎসর বাবৎ বিজ্ঞান পরিষদ অল্পকাল কার্যে নিয়োজিত রহিয়াছে; এবং পরিষদের নিজস্ব তখন নির্ধারণের পর অমরেন্দ্রনাথ বসু স্থিতি পাঠাগার, হাতে-কলমে বিভাগ, বিজ্ঞানবিষয়ক বক্তৃতা প্রভৃতির মাধ্যমে পরিষদের কার্যাদি ক্রমশঃ ব্যাপক ও বিস্তৃত হইয়া উঠিয়াছে। এই পরিপ্রেক্ষিতে সরকারী উদ্যোগ-গুলিতে পরিষদকে ভাষার স্বাধীন ভূমিকা পালনের দায়িত্ব অর্পণ করা হইবে বলিয়া তিনি আশা প্রকাশ করেন। সর্বস্তরে মূখ্য বুদ্ধির ফলে পরিষদের আর্থিক অনটনের বিষয় উল্লেখ করিয়া তিনি পরিষদের প্রত্যেক সভ্যকে বৎসরান্তে অন্ততঃ একদিনের আর পরিষদকে দান করিবার জন্য আহ্বান জানান।

ধন্যবাদ জ্ঞাপন

শ্রীকৃষ্ণেন্দ্রকুমার পাল পরিষদের সভাপতি, কর্মসচিব ও কোষাধ্যক্ষ এবং কার্যকরী সমিতির অন্যান্য সদস্যগণকে আলোচ্য বছরে পরিষদের কার্যাদি সুস্থভাবে পরিচালনার জন্য আন্তরিক ধন্যবাদ জ্ঞাপন করেন। উপস্থিত সভ্যদিগকেও তাঁহাদের সহযোগিতামূলক মনোভাবের জন্য তিনি ধন্যবাদ প্রদান করেন।

সত্যেন বোস

সভাপতি

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ

জয়ন্ত বসু

কর্মসচিব

বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ

অনুমোদক মণ্ডলীর স্বাক্ষর

1. দিলীপকুমার ঘোষ
2. ব্রহ্মানন্দ দাশগুপ্ত
3. জ্ঞানেন্দ্রলাল ভাট্টা
4. রাধাকান্ত মণ্ডল
5. রমেন্দ্রকৃষ্ণ মিত্র

প্রধান সম্পাদক—শ্রীগোপালচন্দ্র ভট্টাচার্য

শ্রীবিদ্যকুমার ভট্টাচার্য কর্তৃক পি-23, রাজা রামকৃষ্ণ স্ট্রিট, কলিকাতা-6 হইতে প্রকাশিত এবং শুভপ্ৰেণ 37/7 খেনিরাটোলা সেন, কলিকাতা হইতে প্রকাশক কর্তৃক মুদ্রিত।

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

চতুর্বিংশ বর্ষ

ডিসেম্বর, 1971

দ্বাদশ সংখ্যা

[খেতিরোগে আক্রান্ত রোগীর সংখ্যা ক্রমশঃই বৃদ্ধির দিকে চলেছে। শরীরের প্রকাশ্য স্থানে খেতিরোগের আক্রমণ হলে রোগী স্বভাবতঃই মানসিক অশান্তির কবলে পড়ে। সময়ে সময়ে এর ফলে গুরুতর মনোবিকারও ঘটে থাকে। এই রোগের উৎপত্তির কারণ ও প্রতিকার সম্বন্ধে বিজ্ঞানীরা অনেককাল ধরেই অনুসন্ধান চালিয়ে আসছেন। কিন্তু এখনও পর্যন্ত এই রোগোৎপত্তির প্রকৃত রহস্য উদ্ঘাটিত হয় নি। বর্তমান প্রসঙ্গে এই রোগের উৎপত্তির কারণ সম্বন্ধে বৈজ্ঞানিক গবেষণার মোটামুটি বিবরণ প্রকাশিত হয়েছে]

খেতিরোগের উৎস-সন্ধান

শ্রীশ্রীমানমহোদয় মণ্ডল ও শ্রীঅজিতকুমার দত্ত*

অবস্থার বিচারে দেহচর্মে আবির্ভূত সকল প্রকার সাদা দাগ বা রোগচিহ্নকেই খেতি বলা যায়। আবার আকরিক অর্থে vitiligo ও leucoderma এই উভয় শব্দের দ্বারাই খেতিকে বোঝানো হয়। সে অস্ত্রে এরোগ-কেন্দ্র ও চারিত্রিক

বৈশিষ্ট্যের তিস্তিতে দুই প্রকার খেতিকে পৃথকভাবে চিহ্নিত করা হয়েছে। এভাবে চর্মরোগের চিকিৎসাশাস্ত্রে vitiligo শব্দের দ্বারা সেই সাদা

* স্বাতন্ত্র্যের চর্মরোগ বিভাগ, কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়।

দাগকেই শুধুমাত্র নির্দেশ করা হয়, বার কারণ অজ্ঞাত এবং বার আবির্ভাব ঘটে জন্মের পরে। তাছাড়া পুড়ে যাবার কালে অথবা ছলি, কালাধর, উপদংশ, কুষ্ঠ প্রভৃতি একাধিক রোগের অঙ্গবদ্ধরূপে কিংবা রবারের চটি, সিঁহুর, লিপটিক, কুমকুম প্রভৃতির সংস্পর্শজনিত রাসায়নিক প্রতিক্রিয়ার কালে যে সাদা দাগ বা খেতি সংঘটিত হয়, তাকে secondary leucoderma রূপে চিহ্নিত করা হয় (1নং ও 2নং চিত্র দ্রষ্টব্য)।

কার্যক্ষমতা, বুদ্ধিমত্তা অথবা জীবনকালেরও কোন হেরকের ঘটে না। অথচ যে কোন চর্মরোগ অপেক্ষা এই সব রোগীদের ক্ষেত্রে মনের উপর অত্যধিক প্রতিক্রিয়া দেখা যায়, বার কালে সময় সময় রোগীর মানসিক বৈকল্যও ঘটতে পারে। বস্তুতঃ সমাজ-জীবনে মানুষের অহেতুক আতঙ্ক ও স্থগা থেকেই এই প্রতিক্রিয়ার সৃষ্টি হয়। এই দুর্ভাগ্যজনক সামাজিক দৃষ্টিভঙ্গীর জন্তে দায়ী প্রকৃতপক্ষে রোগ সত্ত্বেও বহুকালব্যাপী



1 নং চিত্র

খেতিরোগের (Vitiligo) আলোকচিত্র। রোগীর
হুই পায়ে রোগচিহ্ন দেখা যায়।

প্রথমোক্ত শ্রেণীর খেতি বা vitiligo এই প্রবন্ধের আলোচ্য বিষয়। এর প্রাচুর্য্য বৃদ্ধির কালে (মোট চর্মরোগের 4'9 শতাংশ) ইদানীং পথেঘাটে প্রায়ই এরূপ খেতিরোগীর সাক্ষাৎ মেলে। বস্তুতঃ এই খেতিরোগ গাজচর্মের বর্ণবৈকল্যজনিত সমস্তাতির মধ্যে অন্ততম। নিদানিক বৈশিষ্ট্যের বিচারে খেতিরোগের দ্বারা আক্রান্ত হকের অংশবিশেষে একমাত্র সাদা দাগ ছাড়া অন্য কোন প্রকার পরিবর্তন ঘটে না। এমন কি, অন্ততঃ চর্মরোগের মত আঙ্গুলিক রোগলক্ষণও থাকে না। এই রোগের দ্বারা রোগীর

মানুষের ভ্রাতৃ ও বিকৃত ধারণার প্রচার ও প্রসার। আসলে এখনও পর্যন্ত পৃথিবীর বিভিন্ন অংশে জনসাধারণের মধ্যে খেতিরোগ খেতকুষ্ঠ বা ধবলকুষ্ঠ (White leprosy) নামে পরিচিত। এমন কি, 1400 খৃঃ পূর্বাব্দ পর্যন্ত অর্ধবৎসরেও এই রোগ কুষ্ঠরোগ নামে উল্লেখিত আছে। প্রাচীন গ্রীসদেশ শতাব্দীর মিশরীয় ধর্মগ্রন্থাদিতেও খেতিরোগের উল্লেখ পাওয়া যায়।

যেমন রোগীদের কাছে, তেমনিই সাদা পৃথিবীব্যাপী রোগ-বিশেষজ্ঞদের কাছেও এই রোগ সমান উদ্বেগের বিষয়। কারণ বহুকাল

ধরে এর উৎস সন্ধানের পরেও আজ অবধি . প্রকৃতপক্ষে দেহচর্মের অংশবিশেষে এই খুব একটা আশাশ্রয় আলোর সংকেত পাওয়া মেলানিনের রহস্যজনক অস্থিতিই খেতিরোগের যায় নি। তবুও এর মধ্যে দীর্ঘ প্রসারিত অস্থি-মূল কারণ। সুতরাং মেলানিনের অস্থিতির সন্ধানের বিনিময়ে যে সকল তথ্য জানা গেছে, কারণ অস্থিসন্ধানের আগে বরং এর স্বাভাবিক



২ নং চিত্র

Secondary lucoderma রোগের আলোকচিত্র। দুই পায়ে রোগচিহ্ন দেখা যাচ্ছে। রবারের চটির সংস্পর্শে এই রোগের সৃষ্টি হয়েছে।

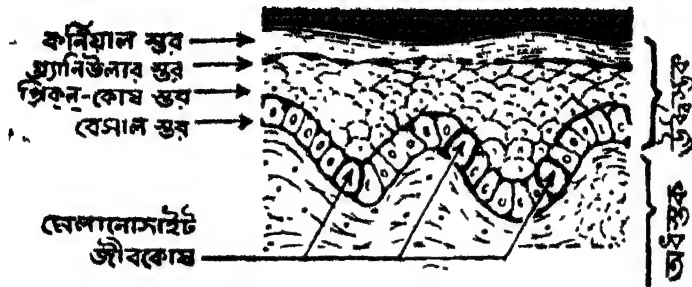
তারই আলোকে এর উৎসঘটিত বৃত্তান্ত বিশ্লেষণের উৎপত্তি ও প্রসার সম্পর্কে আলোচনা করা উদ্দেশ্যেই আলোচ্য প্রবন্ধের অবতারণা করা প্রাসঙ্গিক হবে। হয়েছে।

শারীরবৃত্তের পরিপ্রেক্ষিতে এই তথ্য সুবিদিত যে, বিভিন্ন মাত্রার চর্মের বিভিন্ন বর্ণ প্রকাশের পক্ষে melanin, melanoid, haemoglobin ও carotene প্রভৃতি যে সকল জৈব রাসায়নিকের অবদান রয়েছে, তাদের মধ্যে মেলানিনের ভূমিকা প্রধানতম। গায়ে রঙের বিভিন্নতাও মূলতঃ এই মেলানিনের পরিমাণের উপর নির্ভরশীল। তাছাড়াও মেলানিনের অবশ্য ভিন্ন কার্যকারিতা রয়েছে। সারা দেহের চর্মে বিস্তৃত এই মেলানিন ছাটার মত সুবীজ্য নিরস্ত্রের কাজেও বখেট সহায়তা করে।

মেলানিনের উৎস

যাকে উপস্থিত মেলানোসাইট জীবকোষই আসলে মেলানিন (Melanin) উৎপাদনের আধার। চর্মের দুই মূল অংশ—উর্ধ্বত্বক (Epidermis) এবং অধ্বক (Dermis) এদের সংযোগ-সীমা চিহ্নিত হয় basement বিস্তার দ্বারা। এই basement বিস্তার উপর বরাবর সুবিস্তৃত অবস্থার স্বকের সর্বাংশে বিস্তৃত রয়েছে উর্ধ্বত্বকের সর্বনিম্ন অংশ বা মূলস্তর (Basal layer)। আকাবাকা চেউয়ের আকারে 'বেসাল-জীবকোষ' দিয়ে রচিত এই স্তরের মধ্যেই উপস্থিত রয়েছে মেলানোসাইট

জীবকোষ। 3নং চিত্রে মাছের দেহচর্মের ভাঁদের অভ্যন্তরে cytoplasm-এর মধ্যে অংশবিশেষের আণুবীক্ষণিক চিত্ররূপ প্রদর্শিত মেলানোসোম নামে একপ্রকার বিশেষ ক্ষুদ্র হয়েছে, যেখানে কেন্দ্রীনবিহীন শুল্কগর্ভ জীব-বস্তুকণার সৃষ্টি করে। আবার এই মেলানোসোম কোষগুলি নির্দেশ করছে মেলানোসাইটের মধ্যেই নিহিত থাকে tyrosinase নামে অবস্থান। প্রায় প্রতি 5 থেকে 10টি জীবকোষের এক প্রকার অল্পখটক। 4নং চিত্রে মেলানোসাইট



3 নং চিত্র

ছকের অংশবিশেষের আণুবীক্ষণিক চিত্ররূপ এবং মেলানোসাইট জীবকোষের অবস্থান।

ব্যবধানে বেসাল-জীবকোষের মাঝে মাঝে কীলকের মত আঁকড়ে আছে 1টি করে মেলানোসাইট জীবকোষ। একীভূত শুঁড়বিশিষ্ট (Dendrites) এই সকল মেলানোসাইট (4নং চিত্র প্রদর্শন) জীবকোষের মধ্যেই উৎপন্ন হয় মেলানিন নামক জৈব রাসায়নিক পদার্থ। বিভিন্ন গাভবর্ণের মাছের ছকে কিন্তু এই জীবকোষের উপস্থিতির ঘোট সংখ্যার বিশেষ পার্থক্য দেখা যায় না। আসলে এই জীবকোষের মেলানিন উৎপাদনের তারতম্যই হলো মূল কথা। যেমন, কৃষ্ণকার (নিগ্রো) মাছের ছকে অবস্থিত মেলানোসাইট জীবকোষের মেলানিন উৎপাদনের কমতা খুবই বেশী। কিন্তু খেতকারদের ক্ষেত্রে এই কমতা খুবই সীমিত। সে জন্যই বর্ণের এই বিভিন্নতা।

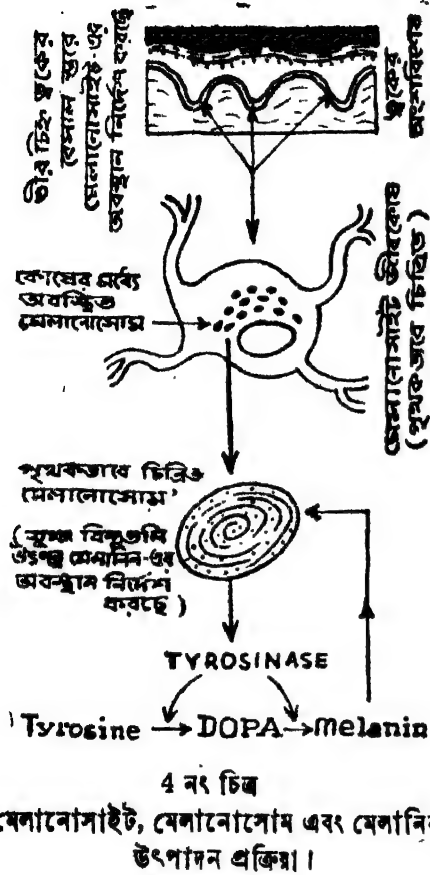
মেলানিন উৎপাদন-প্রক্রিয়া

মেলানোসাইট জীবকোষগুলি স্রবণার্থী (Secretory) প্রকৃতির। স্রবণের এই কোষগুলি

ও মেলানোসোমকে পৃথকভাবে চিত্রিত করা হয়েছে। এই tyrosinase অল্পখটকের উপস্থিতিতে ও অক্সিজেনের সহায়তায় দেহের অভ্যন্তরে অবস্থিত tyrosine নামে যে প্রথম প্রকৃতকৃত অ্যামিনো অ্যাসিড রয়েছে, তা বিভিন্ন পর্যায়ের মধ্য দিয়ে পরিণত হয়ে মেলানিনে রূপান্তরিত হয়। এভাবে উৎপন্ন মেলানিন অত্যন্ত মেলানোসোমে আশ্রয় নেয়। বিভিন্ন প্রকার উদ্ভেজনার দ্বারা সঞ্চোচনের কালে মেলানোসাইটের অভ্যন্তরীণ মেলানিনযুক্ত মেলানোসোম শেষ পর্যন্ত জীবকোষের শুঁড় বা dendron-এর মধ্য দিয়ে বের হয়ে আসে। নির্গত এই সব মেলানোসোম উদ্ভেজকের কাছাকাছি নির্দিষ্ট সংখ্যক জীবকোষের মধ্যে প্রবেশ করে। এভাবে উদ্ভেজকের বহু সংখ্যক জীবকোষে স্থান নিয়ে বিস্তৃত এই মেলানিনই দেহবর্ণ রক্ষার প্রধান ভূমিকা গ্রহণ করে।

Tyrosine থেকে মেলানিনের রূপান্তরের

স্থিতিশীল ও পর্যায়ক্রমিক পরিবর্তনের স্তর সম্পর্কে সঠিকভাবে এখনও জানা যায় নি। Mason, Nicolaus, Prota প্রমুখ অভিজ্ঞ গবেষক



এই বিষয়ে বহুটি আলোকপাত করেছেন। মোটামুটিভাবে স্বীকৃত হয়েছে যে, tyrosine বহাঙ্কমে $DOPA \rightarrow DOPA\text{-}Quinone \rightarrow DOPA\text{-}Chrome \rightarrow 5,6\text{-}di\text{-}hydroxy\text{-}indole \rightarrow indole$ 5,6-Quinone প্রভৃতি পর্যায়ের মধ্য দিয়ে চূড়ান্ত পর্যায়ে মেলানিনে রূপান্তরিত হয়। কিন্তু অন্তর্বর্তী পর্যায়ে আরো একাধিক বৌগিক পদার্থের আবির্তা ঘটে, যেগুলি অস্থায়ী ও বাদে চারিত্রিক বর্ণ ও বৈশিষ্ট্য সত্ত্বে প্রাথমিক তথ্য এখনও জানা সম্ভব হয় নি। আর এই ব্যাপারেই বিশেষ করে গবেষকদের মধ্যে মতপার্থক্য দেখা যায়।

বাহোক, দেখা যাচ্ছে, মেলানোসোমেরূপী ক্ষুদ্র বস্তুকণাগুলি প্রকৃতপক্ষে উৎপন্ন মেলানিনের আধার হিসাবে কাজ করে। এই মেলানোসোম-সমূহ melanocyte জীবকোষের অভ্যন্তরে কেন্দ্রীভূত উপরিভাগে টুপীর মত একত্রে জমাট বেঁধে থাকে। আগেই বলা হয়েছে যে, উপযুক্ত উত্তেজনার দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হলে মেলানিন বহিঃস্থ হয়। কোষের অভ্যন্তরে মেলানিন কণাসমূহের একত্রে সমাবেশ ও বহিঃগমন—এই দ্বিবিধ বিপরীত-মুখী ক্রিয়ার বধ্যাযথ ভারসাম্যের দ্বারাই দেহচর্মে মেলানিনের আভাবিক শারীরবৃত্তিক ক্রিয়া নিয়ন্ত্রিত হয়। আর কোন কারণে এই ভারসাম্যের ব্যাঘাত ঘটলে দেহচর্মে বর্ণবৈকল্য (অর্থাৎ মেলানিনের অভাবজনিত সাদা রং বা এর আধিক্যজনিত কালো রং) অবশ্যই দেখা দিতে পারে। ব্যাঙের দেহচর্ম পরীক্ষা করে জানা গেছে— α ও β MSH (Melanocyte stimulating hormone), ACTH (Adrenocorticotrophic hormone), Progesterone, Caffeine, Apresolin, Mesantoin, Mersilid ইত্যাদি বস্তুসমূহ এই মেলানিন কণার একত্রে সন্নিবেশের ব্যাপারে অংশ নেয়, আর এদের জীবকোষের বাইরে নির্গত হতে সাহায্য করে—Nor-adrenaline, Adrenaline, Acetylcholine, Serotonin, Melatonin, Tri-iodo-thyroxine প্রভৃতি বস্তুসমূহ। অবশ্য মাত্রার দোষে এদের কার্যকারিতা এখনও নির্ধারণ করা সম্ভব হয় নি।

মেলানোসাইট (Melanocyte) জীবকোষ প্রসঙ্গে

Berzelius-এর কার্যকাল ১৮৪০ সাল থেকে শুরু করে আজ পর্যন্ত শতাধিক বছরের প্রচেষ্টার পরেও মেলানিন সম্পর্কে জ্ঞাত তথ্য যেমন হতাশাব্যঞ্জক, মেলানোসাইট জীবকোষের উৎস-

হল সম্পর্কে পর্বাণ্ড জ্ঞানের অভাবও ঠিক সমান দুর্ভাগ্যজনক। কারণ সমস্তাস্থূল এই খেতি বা vitiligo রোগ স্থিতির পশ্চাতে মেলানিন তথা মেলানোসাইটের যে নির্দিষ্ট ভূমিকা রয়েছে— এই তথ্য আজ সর্বত্র স্বীকৃত; অর্থাৎ এই মেলানোসাইটের উৎস তাই স্বভাবতঃই অনেক অজানা রহস্যের কিনারা করতে সক্ষম, কিন্তু দুর্ভাগ্যবশতঃ গবেষকবৃন্দ এখনও এই সম্পর্কে স্থির সিদ্ধান্তে উপনীত হতে সক্ষম হন নি। এই বিষয়ে গবেষক-বিজ্ঞানীদের মতামত দুই ভাগে বিভক্ত। একদলের মতে, neural crest থেকেই এই মেলানোসাইটের আবির্ভাব ও প্রাচীর দ্বারা সঞ্চে নির্দিষ্ট স্থান অর্থাৎ চর্মাংশে গমন। দ্বিতীয় দলের বিশ্বাস—উৎসস্থলের নিম্নতম স্তর অর্থাৎ basal layer থেকেই এর জন্ম। প্রথমোক্ত ধারণার সমর্থকদের মধ্যে আছেন Langerhans (1868), Pautrier (1928), Zimerman (1946), Moson (1948), Fitzpatrick (1952), Szabo (1954), Zelickson ও Hartman (1961) প্রভৃতি মনিষীবৃন্দ। তাছাড়া আবার Aaron Lerner-ও 1955 এবং 1959 সালে বিভিন্ন তাত্ত্বিক ও কিছু প্রাণী তথ্যের দ্বারা এই মত সমর্থন তথা প্রতিষ্ঠার উদ্দেশ্যে বেশ জোরালো বক্তব্য উপস্থাপিত করেছেন। কিন্তু অপর মত সমর্থকদের দলে আছেন আবার বিশ্ববিখ্যাত বিজ্ঞানী Arthur Allen, যিনি তাঁর স্বতন্ত্র ধারণা প্রমাণের অহুকে বখেই গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাদি উপস্থাপিত করেছেন এবং সজে সজে এমন অনেক মুক্তি ও তথ্যের অবতারণা করেছেন, যার দ্বারা প্রথমোক্ত মতের নিতুলতা সম্পর্কে নানান সংশয় দেখা যায়। তাছাড়াও রয়েছে আর এক তৃতীয় দল, যাদের বিশ্বাস যেক অবস্থিত mast cell থেকেই মেলানোসাইট জীবকোষের উৎপত্তি। বাহ্যিক, মতের বিভিন্নতা সত্ত্বেও এখনও পর্বত কিন্তু মোটামুটিভাবে neural crest থেকে মেলানো-

সাইটের উৎসজনিত তত্ত্বটিই অধিকতর গ্রাহ্য বলে বিবেচিত হয়।

রোগের কারণ প্রসঙ্গে

বহুকাল ধরে বহু গবেষক বিজ্ঞানী এই খেতি-রোগের কারণ অহুদ্বানে ব্যাপ্ত হয়েছেন। রোগের বিভিন্ন নির্দানিক বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে অহুমানসাপেক্ষ নানান স্তর ধরে বিভিন্ন দৃষ্টিকোণ থেকে চূড়ান্ত ফল লাভ হয় নি ঠিকই, তবে আজ অবধি এই তথ্য নিশ্চিতভাবে জানা গেছে যে, খেতিরোগগ্রস্ত অংশের যেক বর্ণবৈকল্যের মূল কারণ হচ্ছে মেলানিনের অভাব। আর এই মেলানিনের অহুপস্থিতি বা অভাবের কারণ কিন্তু মেলানোসাইট জীবকোষের সংখ্যাগততা নয়; বরং সম্ভবতঃ এই জীবকোষের অভ্যন্তরে উপস্থিত মেলানোসোমে উৎপন্ন ও সঞ্চিত tyrosinase নামে অহুঘটকের (Enzyme) নিষ্ক্রিয়তা বা কর্মতৎপরতার হ্রাসপ্রাপ্তি। Block অহুস্থত পদ্ধতিতে DOPA-র দ্বারা পরীক্ষার ফল হিসাবে ঋণাত্মক প্রতিক্রিয়া (Negative-reaction) এই ঘটনার সত্যতা সঠিকভাবে প্রমাণ করেছে। সম্ভবতঃ মেলানোসাইট জীবকোষের আকৃতি বা প্রকৃতিগত অস্বাভাবিকতাই এর জন্তে প্রধানতঃ দায়ী। এই অস্বাভাবিকতার দায়িত্ব আবার gene-এর প্রভাবের উপর আরোপিত করার প্রয়াস লক্ষ্যীয়—যদিও এর সঠিক প্রকৃতি এখনও সম্পূর্ণ রহস্যবৃত্ত। তাছাড়া আজ পর্যন্ত অনেক তত্ত্বই উপস্থাপিত হয়েছে, যার মধ্যে অনেকগুলিই শুধু কল্পনাভিত্তিক এবং এগুলির মধ্য দিয়ে মতানৈক্যের বিবিধ ছবিও স্পষ্টভাবেই প্রতীয়মান হতে দেখা যায়। সুতরাং বিস্তৃত বিবরণসাপেক্ষ ও বিতর্কমূলক আলোচনা পরিহার করে শুধুমাত্র প্রাসঙ্গিক কিছু উপস্থাপিত তত্ত্ব ও তথ্যের সারাংশই এখানে উল্লেখ করা বাহ্যীয় হবে, যেগুলি বিশেষ করে এই খেতিরোগের

কারণতাত্ত্বিক ঘটনার সঙ্গে অঙ্গাঙ্গীভাবে জড়িত।
বেশন—

(১) পুষ্টির গোলবোগ সংক্রান্ত অথবা বিপাকক্রিয়ার বৈকল্য:—কারণস্বরূপ উল্লেখিত হয়েছে খাদ্যে প্রোটিনের ঘাটতি; আন্ত্রিক-গোলবোগ (বিশেষতঃ কৃমিঘটিত, পাকস্থলীতে অগ্নের অভাবজনিত কিংবা বহুতের গোলবোগ ঘটিত) এবং দেহে copper-এর ঘাটতির কথাও এই সঙ্গে উল্লেখিত হয়েছে। মোটামুটিভাবে ১৯৪৫ সাল থেকে ১৯৬৫ সাল পর্যন্ত অনেক বিজ্ঞানী-গবেষক এই বিষয়ে পরীক্ষা চালিয়েছেন। কিন্তু খুব সন্তোষজনক ফল লাভ হয় নি।

(২) Endocrine বা অন্তঃপ্রাবী গ্রন্থির বৈকল্য:—Addison-এর রোগ, Hyperthyroidism, বহুমুত্র প্রভৃতি বিবিধ রোগের সঙ্গে খেতিরোগের সহঅবস্থানের তিস্তিতেই এই ধারণার উৎপত্তি। কিন্তু এই সম্পর্কে প্রামাণ্য তথ্যের তিস্তি খুবই অকিঞ্চিৎকর।

(৩) বিষক্রিয়াঘটিত:—মেলানিন-বিশংসী কোন এক বিষাক্ত রাসায়নিক বা toxin-এর কাল্পনিক অবস্থানের তিস্তিতেই এই তত্ত্ব উপস্থাপনের চেষ্টা হয়েছে।

(৪) জীবাণু-ঘটিত:—প্রধানতঃ ছত্রাক ও তাইরাসকে খেতিরোগ সৃষ্টিকারী বলে অভিযুক্ত করলেও এর সত্যতা সঠিকভাবে প্রমাণ করা সম্ভব হয় ন।

(৫) Autoimmunology সংক্রান্ত:—রক্তে মেলানিন-বিরোধী antibody নির্ধারণের অল্প-সরণে এই তাত্ত্বিক সূত্র উপস্থাপিত করা হয়েছে।

(৬) স্নায়ু-সংক্রান্ত তত্ত্ব:—আপেক্ষিক বিচারে এই স্নায়ু-বৈকল্যজনিত তত্ত্বই এখনও পর্যন্ত সর্বাধিক গ্রহণযোগ্য বলে বিবেচিত হয়। প্রাসঙ্গিক তত্ত্বে রোগের নিদানিক বৈশিষ্ট্যসমূহ ও পরীক্ষাসমূহক পর্যবেক্ষণের তিস্তিতে প্রান্তীয় সমবেদী (Peripheral sympathetic) স্নায়ু

তারসাম্যহীনতার বিষয়কে খেতিরোগের কারণ-রূপে উল্লেখ করা হয়েছে। প্রসঙ্গতঃ আরো বলা হয়েছে, sympathetic hypotonia কিংবা cholinergic nerve-এর বর্ধিত কর্ম-তৎপরতাই কোন না কোন উপায়ে মেলানিন উৎপাদনের স্বাভাবিক ক্রিয়াকে ব্যাহত করে। সমবেদী স্নায়ুপ্রান্তে অধিকমাত্রার উৎপন্ন মেলোটোনিन নামে বিষাক্ত রাসায়নিক পদার্থ (পূর্বেই বার বিষয় উল্লেখিত হয়েছে) সম্ভবতঃ এই বিষ সৃষ্টি করে। তাছাড়াও বলা হয়েছে, সম্ভবতঃ কোষের স্তরে MSH (Melanocyte stimulating hormone)-এর ক্রিয়া বন্ধ হবার ফলেও এই মেলানিন উৎপাদন ব্যাহত হতে পারে।

উপসংহার

খেতিরোগের উৎস-সন্ধানের পথে আজ পর্যন্ত যে সকল তাত্ত্বিক সূত্র বা তথ্যাদি উপস্থাপিত হয়েছে, তাদের মধ্যে স্নায়ুতন্ত্র-সংশ্লিষ্ট তত্ত্বট সর্বাধিক মানুষের মনোযোগ আকর্ষণে সক্ষম হয়েছে। অপেক্ষাকৃত অধিকতর গ্রহণযোগ্য বিবেচিত হবার ফলে এই তত্ত্বকে সামনে রেখে অল্পপ্রাপিত বহু গবেষক এ-পর্যন্ত এই রহস্য সন্ধানের মঞ্চভূমিতে অবতীর্ণ হয়েছেন। তাছাড়া স্নায়ুতন্ত্রকেন্দ্রিক তত্ত্বের তিস্তিতে অল্পসন্ধানের দ্বারা বিভিন্ন গবেষকের প্রতিবেদন থেকে আজ অবধি যে সব তথ্যাদি পাওয়া গেছে, তার কলাকল ও আশাব্যঞ্জক। কিন্তু তবুও চূড়ান্ত কলাকলের জন্মে আরো সতর্কতার সঙ্গে অগ্রসর হওয়া প্রয়োজন। ঈর্ষ ও সাধনার বিনিময়ে এই সমস্তার সমাধান করা আমাদের নৈতিক দায়িত্ব ও মহান কর্তব্য। কারণ ইতিমধ্যেই আমাদের দেশে এই খেতিরোগের প্রাদুর্ভাব বেড়ে চলেছে। আর এভাবে বহু রোগাক্রান্ত মানুষ সমাজের দূশ ও লাজনার মধ্যে দিশাভিপাত করে চলেছে। কেএবিশেষে আবার কোন কোন

রোগী গভীর উদ্বেগের ভারে মানসিক ভারসাম্য হারিয়ে আরো দুর্ভাগ্যজনক পরিণতির দিকে এগিয়ে চলেছে। রোগের সঠিক কারণ অনাবিহিত থাকবার কালে সম্ভাব্যতঃই স্নাই চিকিৎসার পথও রয়েছে অবরুদ্ধ। বর্তমান পটভূমিকায়, পৃথিবীব্যাপী যে চিকিৎসা ব্যবস্থার প্রচলন আছে, তা প্রায় অস্বকারে টিল ছোঁড়বারই সামিল। অবশ্য এই চিকিৎসা যে সম্পূর্ণরূপে বার্থ, তা নয়। অনেক ক্ষেত্রেই, বিশেষতঃ অভিজ্ঞতার দ্বারা সুসংস্কৃত

চিকিৎসার কলে বহু ক্ষেত্রেই অত্যন্ত স্বল্প পাওয়া যায়। তথাপি এই স্বল্প প্রাপ্তিও পশ্চাতেও যে কলার্কোশল রয়েছে, তাও আবার জ্ঞানের সীমানার অন্তরালে রহতাবৃত। সেই সব রহস্য সন্ধানের পথে অনেক তথ্যই যেমন জানা গেছে, তেমন আবার জানাও যায় নি অনেক কিছুই। সেই সব অজানিত রহস্য বহু সত্ত্বর উদ্ঘাটিত হবে, ততই যাহুয়ের পক্ষে যত্নসম্পন্ন হতে হবে।

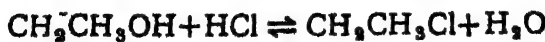
নাইলন

শ্রীতুহিনেন্দু সিংহা*

বর্তমান যুগে নাইলনের সঙ্গে প্রায় সকলেরই পরিচয় আছে। দৈনন্দিন জীবনে নাইলনের নানা জিনিস আমরা ব্যবহার করে থাকি। আমাদের ব্যবহারিক জীবনে যার এত প্রয়োগ, সেই জিনিসটি আসলে কি?

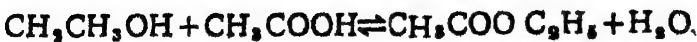
নাইলন সম্বন্ধে কোন কিছু আলোচনা করবার আগে আমাদের দুটি বিষয় সম্বন্ধে পরিষ্কার ধারণা থাকা দরকার। প্রথমতঃ এস্টার। যখন

কোন জৈব অথবা অজৈব অ্যাসিড অ্যাল-কোহলের সঙ্গে বিক্রিয়া করে এবং বিক্রিয়ার ফলের অণু বিযুক্ত হয়ে যে যৌগ গঠিত হয়, তাই এস্টার। অ্যালকোহল যখন অজৈব অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া করে, তখন অজৈব এস্টার তৈরি হয়, অপরূপভাবে জৈব অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া করে জৈব এস্টার তৈরি করে। উদাহরণস্বরূপ—



অজৈব এস্টার

(ইথাইল ক্লোরাইড)



জৈব এস্টার

(ইথাইল অ্যাসিটেট)

এবার আমরা পলিমারাইজেশন (Polymerisation) এবং পলিমার (Polymer) কি, সেই সম্বন্ধে আলোচনা করবো। কোন কোন জৈব যৌগের মধ্যে অণু সর্বাধিকার একটি বিশেষ বীতি দেখা যায়। তাপ, চাপ ও অক্সিজেনের

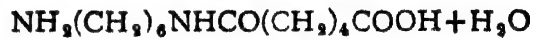
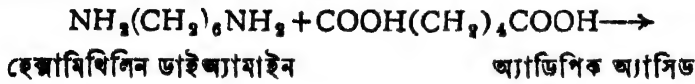
সাহায্যে যদি কোন যৌগের একাধিক অণু পরস্পর সংযুক্ত হয়ে উচ্চতর আণবিক ওজনের যৌগ গঠন করে এবং সেই উচ্চতর যৌগে যৌগগুলির

*কলেজ অব টেক্সটাইল টেকনোলজি, শ্রীরামপুর, হুগলী

পারস্পরিক সংখ্যার অল্পশাত যদি অপরিবর্তিত থাকে, তবে সেই প্রক্রিয়াকে বলা হয় পলিমারাইজেশন। এই প্রক্রিয়ার বর্ণিত আণবিক ওজনের যে উচ্চতর পদার্থটি গঠিত হয়, তাকে বলা হয় পলিমার।

নাইলন সূত্রে বলতে গেলে এক কথার বলা যেতে পারে, এটা একটা পলিঅ্যামাইড। তবে সব সময় আমাদের মনে রাখতে হবে, নাইলন কোন বিশেষ রাসায়নিক নাম নয়, বিশেষ একরকম

প্লাস্টিক জাতীয় পদার্থের ব্যবহারিক ও ব্যবহারিক নাম মাত্র। স্থানভেদে এর নামও পরিবর্তিত হতে পারে। বাহোক, একটা ডাই-অ্যামাইড ও ডাইঅ্যাসিড এক সঙ্গে মিশিয়ে অ্যামাইড তৈরি করা হয়। সাধারণতঃ ডাই-অ্যামাইড হিসাবে হেক্সামিথিলিন ডাইঅ্যামাইন (Hexamethylene diamine) এবং ডাই-অ্যাসিন হিসাবে অ্যাডিপিক অ্যাসিড ব্যবহার করা হয়। বিক্রিয়া ঘটে এইভাবে—



এইবার বিক্রিয়ালব্ধ দুটি অণু এক সঙ্গে যুক্ত হয় এবং তার ফলে তৈরি হয়—



এখন এই বৃহৎ অণুটি নিজেই নিজের সঙ্গে বিক্রিয়া করে এবং অতি অটল ও বৃহৎ আণবিক ওজনের পলিমার গঠিত হয়। এই বৃহৎ আণবিক ওজনের পলিমারকেই নাইলন বলা হয়। শিল্পক্ষেত্রে এর প্রস্তুতি সম্পর্কে সংক্ষেপে বলা যেতে পারে, হেক্সামিথিলিন ডাইঅ্যামাইন ও অ্যাডিপিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণকে কাঠ-কয়লা বা কার্বনের গুঁড়ার সাহায্যে বিশোধিত ও বর্ণহীন করে নিরে তাদের পারস্পরিক বিক্রিয়ার উৎপন্ন পদার্থকে অটোকেভের তিত্তর রেখে বিশেষ চাপ ও তাপে পলিমারাইজ করা হয়। পলিমারাইজেশনের ফলে উৎপন্ন যৌগটি একটি বিশেষ ঘনত্বে এলে বুঝা যায়, নাইলনের দীর্ঘ শৃঙ্খলাকার বৃহৎ অণুর উৎপত্তি ঘটেছে। এইভাবে উৎপন্ন নাইলন অত্যধিক উজ্জ্বল ও চক্চকে হয় বলে এর সূতার তৈরি কাপড় ব্যবহারের অযোগ্য হয়ে পড়ে। তাই এর চক্চকে ভাব কমানোর জন্তে উৎপাদন কালে টাইটেনিয়াম ডাই-অক্সাইড নামক পদার্থ যোগানো হয়, যার জন্তে নাইলনের চাক্চিক্য ভাব কিছুটা কমে। এই ব্যবহারযোগ্য উজ্জ্বলতা-বিশিষ্ট নাইলনকে বলা হয় ম্যাট নাইলন। উক্ত

তরল অবস্থার পদার্থটিকে বায়বিক কৌশলে চাপের সাহায্যে হৃদয় ছিদ্রপথে চালালে ত্রিনিষটী শক্ত ও কিছুটা স্থিতিস্থাপক সূত্রাকারে বেরিয়ে আসে। সূত্রগুলি রেশম সূত্রের মত শক্ত ও চক্চকে হয়।

নাইলন অনেক রকমের আছে। যেমন—নাইলন-৬৬, নাইলন-৬১০ প্রভৃতি। তবে সাধারণতঃ নাইলন হিসাবে বা আমরা ব্যবহার করি, তা হলো নাইলন-৬৬। এই নাইলন-৬৬ তৈরি হয় অ্যাডিপিক অ্যাসিড আর হেক্সামিথিলিন ডাইঅ্যামাইন থেকে। এই পর্যন্ত বত রকমের নাইলন আবিষ্কৃত হয়েছে, তাদের মধ্যে নাইলন-৬৬-ই উৎকৃষ্ট। এই নাইলন-৬৬-এর গড় আণবিক ওজন ১২০০০ থেকে ২০,০০০-এর মধ্যে। যদি এই পলিঅ্যামাইডের আণবিক ওজন ৬,০০০-এর কম হয়, তবে তাকে আর নাইলন বলা হয় না—এমন কি, ঐ প্রকার পলিমারকে আদৌ সূতার আকারে প্রস্তুত করা যায় না। আবার যে সময় নাইলনের আণবিক ওজন ৬,০০০ থেকে ১০,০০০-এর মধ্যে হয়, তাদের সূতার আকারে প্রস্তুত করতে পারলেও সেগুলি অত্যন্ত

দুর্বল ও ভঙ্গুর হয়। আবার পলিমারটির আণবিক ওজন যদি 20,000-এর বেশী হয়, তখন তার তরলীকরণ প্রায় অসম্ভব হয়ে পড়ে, বার জন্মে একে আর হুতার আকারে প্রস্তুত করা সম্ভব হয় না। অতএব আমাদের ব্যবহারিক জীবনে প্রয়োজনীয় নাইলনের আণবিক ওজন 12,000 থেকে 20,000-এর মধ্যে রাখা হয়।

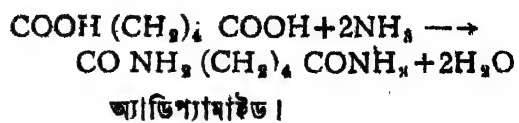
নাইলন প্রস্তুত করবার সময় যে কোন অল্পপাতে ডাইঅ্যামাইন আর ডাইঅ্যাসিড মিশ্রিত করলে চলবে না। এদের একটি নির্দিষ্ট অল্পপাতে মিশিয়ে একটি নির্দিষ্ট আণবিক ওজনের নাইলন তৈরি করা হয়। আমাদের ব্যবহারিক জীবনের প্রয়োজনীয় নাইলন সাধারণতঃ এক অণু ডাইঅ্যামাইন আর 1'02 অণু ডাই-অ্যাসিড (1 : 1'02) মিশিয়ে তৈরি করা হয় এবং এথেকে প্রস্তুত নাইলনের আণবিক ওজন প্রায় 12,000।

সাধারণতঃ নাইলন এভাবে তৈরি করা গেলেও শিল্পক্ষেত্রে কিন্তু এভাবে তৈরি করা হয় না। কারণ এভাবে তৈরি করলে অনেক বেশী খরচ পড়ে, বার জন্মে নাইলনের দাম অস্বাভাবিকভাবে বেড়ে যায়, বা সাধারণ লোকের আয়ত্তের বাইরে। বাহোক, এই পদ্ধতির মূল লক্ষ্য একই, শুধু সরাসরি ডাইঅ্যামাইন অথবা ডাইঅ্যাসিড ব্যবহার করা হয় না। কাঁচামাল হিসাবে ফেনল (Phenol) ব্যবহার করা হয়। তার কলে সাইক্লোহেক্সানল (Cyclohexanol) প্রস্তুত হয়।

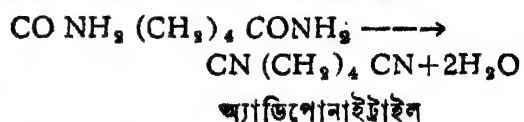
এই সাইক্লোহেক্সানল নাইট্রিক অ্যাসিডের দ্বারা জারিত হয়ে অ্যাডিপিক অ্যাসিড তৈরি করে। জারণকালে বহু শৃঙ্খলটি ভেঙে যায়।

নাইলন প্রস্তুতের জন্মে প্রয়োজনীয় দুটি ধর্মের মধ্যে একটি তৈরি হলো, আর দ্বিতীয় ধর্ম হেক্সামিথিলিন ডাইঅ্যামাইন তৈরি করা হয়—উৎপন্ন অ্যাডিপিক অ্যাসিড ও অ্যামোনিয়াম

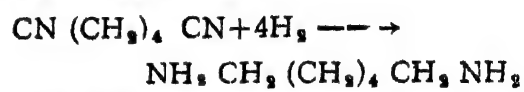
সঙ্গে বিক্রিয়া করে অ্যাডিপ্যামাইড (Adipamide) তৈরি করে।



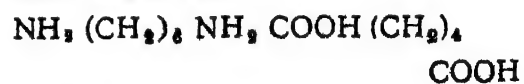
এই অ্যাডিপ্যামাইডকে উপযুক্ত অল্পপটকের সাহায্যে বিক্রয় করা হয় এবং অ্যাডিপোনাইট্রাইল (Adiponitrile) তৈরি করা হয়।



এই অ্যাডিপোনাইট্রাইল অট্রোকেভের মধ্যে কোবাণ্ট নাইট্রেট অথবা নিকেলের উপস্থিতিতে জারিত করা হয়। জারিত হয়ে হেক্সামিথিলিন ডাইঅ্যামাইন তৈরি হয়।



এবার আলাদা আলাদা ভাবে মিথানলের সঙ্গে অ্যাডিপিক অ্যাসিড ও হেক্সামিথিলিন ডাইঅ্যামাইন মিশানো হয় এবং ঐ দ্রবণগুলি এক সঙ্গে মিশিয়ে নাইলন লবণ (Nylon salt) অথবা হেক্সামিথিলিন ডাইঅ্যামোনিয়াম অ্যাডিপেট (Hexamethylene diammonium adipate) তৈরি করা হয়।



পরে এই নাইলন লবণকে পলিমারাইজ করে নাইলন প্রস্তুত করা হয়।

এখন আমরা নাইলন কি, কি ভাবে প্রস্তুত করা হয়—সে সবকিছু মোটামুটি একটা ধারণা করতে পারি। এইবার এর কয়েকটা ধোঁব-গুণ আলোচনা করা যাক।

নাইলনের বিশেষ কয়েকটি গুণ আছে, বার জন্মে এর এক সমাধর। এর দৃষ্টিস্বপ্নকতা গুণ বৃদ্ধি বেশী। নাইলনের হুতা টানলে তার দৈর্ঘ্য

প্রায় পাঁচ গুণ বেড়ে গিয়ে অতি শ্রুত শ্রুত পরিণত হয়, ছেড়ে দিলে আবার পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসে। এর কারণ, পদার্থটির শৃঙ্খলাকার অণুগুলি দীর্ঘায়ত হয়, আর তার ফলে শ্রুতর টানশক্তি যথেষ্ট বৃদ্ধি পায়। নাইলন শ্রুতর দৃঢ়তা ও টানশক্তি এত বেশী যে, সমাজের ইচ্ছার তারের চেয়েও তা অবিকতর টান সহ্য করতে পারে। মাত্র আধ ইঞ্চি মোটা নাইলনের দড়িতে তিন টনেরও বেশী ওজনের জিনিষ স্বচ্ছন্দে ঝুলিয়ে রাখা যায়। নাইলনের শ্রুত দিয়ে তাই প্যারাসুটের কাপড়, দড়ি প্রভৃতি তৈরি করা হয়। নাইলনের আর একটা বিশেষ গুণ হলো, সাধারণ অবস্থায় মাত্র 5% জল শোষণ করতে পারে। কারণ নাইলনের শ্রুতর তিতরে জল প্রবেশ করতে পারে না। সেজন্তে নাইলনের তৈরি জামাকাপড় শুকাবার জন্তে বেশী সময় লাগে না। এর আ: গু: 1:14 এবং স্থায়িত্ব মোটাসুট বেশ ভালই। কারণ লঘু কোন অ্যাসিড এর বিশেষ কিছু ক্ষতি করতে

পারে না। কিন্তু ঘন অ্যাসিডে এটি বিরোজিত হয়ে অ্যাসিডিক অ্যাসিড ও ডাইঅ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সোরাইড তৈরি হয়। কারণের প্রভাবে নাইলন প্রায় অবিকৃত থাকে। কিন্তু ক্ষয়িক অ্যাসিড, ক্রিসল, ফিনল প্রভৃতির মধ্যে নাইলন একেবারে দ্রবীভূত হয়। নাইলনের মধ্য দিয়ে বৈদ্যুতিক প্রবাহ পরিচালিত হয় না, সে জন্তে ভাল অপরিবাহী হিসাবে এর ব্যবহার দিনে দিনে বেড়ে যাচ্ছে। তবে নাইলনের জামাকাপড় ব্যবহার করবার সময় কয়েকটা বিষয়ে খুব সজাগ থাকতে হবে, বিশেষত: ইঙ্গি করবার সময়। এর গলনাঙ্ক 250°C , তবে ইঙ্গি করবার সময় যাতে 180°C -এর বেশী তাপ কোনক্রমে না হয়, তার দিকে বিশেষ লক্ষ্য রাখতে হবে, তা না হলে ইঙ্গি করবার সময় জামাকাপড় পুড়ে যাবে। আলোর প্রভাবে নাইলনের স্থায়িত্ব নষ্ট হয়। সে জন্তে যতদূর সম্ভব সূর্যের আলো এড়িয়ে চলা ভাল। নাইলনের জামাকাপড় ব্যবহার করবার ফলে কোন প্রকার চর্মরোগ হয় না।

পৃথিবী ও তার আবহাওয়া

মণিকুন্তলা মুখোপাধ্যায়

পৃথিবীর আবহাওয়া বদলাচ্ছে। বৈজ্ঞানিকেরা বলছেন—পৃথিবীর আবহাওয়ার বদল শুধু আজই হচ্ছে না, এই বদল চলছে পৃথিবীর জন্মকাল থেকেই; অর্থাৎ আজ থেকে প্রায় 5 বিলিয়ন বছর ধরে পৃথিবীর জলবায়ুর পরিবর্তন ঘটছে। জন্মের পর পৃথিবী ধীরে ধীরে শীতল হয়েছে। তারপর 100 বিলিয়ন বছর ধরে পৃথিবীতে যুগ জলবায়ু ছিল। এরপর এলোছে ভূবার যুগ। ভূতাত্ত্বিকদের পরীক্ষা থেকে জানা যায় যে, এমন একটা সময় ছিল, যখন উত্তর গোলার্ধের এক বৃহৎ

অংশ ভূবারে আবৃত ছিল। যতদূর জানা গেছে, এই ভূবার আবরণ চার বার অগ্রসর হয়েছে এবং চার বার পশ্চাদগমন করেছে এবং প্রত্যেক বারই পৃথিবীর আবহাওয়ার গুরুতর পরিবর্তন ঘটেছে। যখন এই হিমবাহ অগ্রসর হয়েছে, তখন দক্ষিণ গোলার্ধ ঠাণ্ডা এবং স্যাভ্যান্নেতে জলবায়ুর সম্মুখীন হয়েছে। আবার যখন উত্তর গোলার্ধের ভূবার রাশির পশ্চাদগমন ঘটেছে, তখন দক্ষিণের জলবায়ু হয়েছে উষ্ণ ও শুষ্ক। বিগত 8,000 থেকে 12,000 বছরের মধ্যে সর্বশেষ হিমবাহের পশ্চাদ-

পসরণ ঘটেছিল। তাহলে ঐ সময় পৃথিবী ছিল ভূবার্যুজ। তারপর 12,000 বছর ধরে ধীরে ধীরে পৃথিবীর উত্তর ও দক্ষিণের মেরু অঞ্চলে ভূবার সঞ্চিত হতে শুরু করেছে। বর্তমানে উত্তর মেরুর গ্রীনল্যান্ডের 840 হাজার বর্গমাইলের প্রায় 640 হাজার বর্গমাইল পরিমিত অঞ্চলই ভূবারে আবৃত। এই ভূবারের গভীরতা কোথাও কোথাও বোধ হয় 1 মাইলের মত। দক্ষিণ মেরুর ভূবার আবরণের আয়তন কিন্তু আরো অনেক বৃহৎ। দক্ষিণ মেরুর প্রায় 5 বিলিয়ন বর্গমাইল পরিমিত স্থান ভূবারাচ্ছন্ন।

ভূবার যুগে চারবার হিমবাহের অগ্রগতি ও পশ্চাদপসরণ ঘটেছিল, অর্থাৎ ভূবার যুগ চার বার শুরু ও চার বার শেষ হয়েছিল। কিন্তু কেন? ভূবার যুগের এই শুরু বা শেষ হবার কারণ কি? বৈজ্ঞানিকেরা বলেন, বাতাসে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসের হ্রাস বা বৃদ্ধি, অর্থাৎ বাতাসের উত্তাপ হ্রাস বা বৃদ্ধিই ভূবার যুগের শুরু বা অবসানের প্রধান কারণ। জলবায়ুর এই দীর্ঘমেয়াদী পরিবর্তনের কারণ দুটি প্রাকৃতিক ক্রিয়ার মধ্যে সীমিত থাকাই সম্ভব।

(1) যদি বেশী পরিমাণে অম্ল্যুপাত হয়ে থাকে, তবে বাতাসের কার্বন ডাই-অক্সাইড বৃদ্ধি পেয়েছিল এবং পৃথিবী অধিক উত্তপ্ত হয়েছিল। ফলে পৃথিবীর উপরের হিমবাহের গলন শুরু হওয়া স্বাভাবিক। তাহলে হিমবাহের পশ্চাদপসরণ এইভাবেই সম্ভব হতে পারে।

(2) আবার হয়তো পর্বত সৃষ্টির যুগে, যখন আজকের বড় বড় পাহাড়-পর্বতগুলি সবে তৈরি হতে শুরু করেছে, তখন বহু নতুন এবং বায়ুর সংস্পর্শে না-আসা শিলা বায়ুর সংস্পর্শে এসে বাতাসের কার্বন ডাই-অক্সাইড হ্রাসে সাহায্য করেছিল এবং বায়ুর এই উত্তাপ হ্রাস পাওয়ার ফলে ভূপৃষ্ঠে ভূবার সঞ্চিত হতে থাকে, অর্থাৎ ভূবার যুগের সূচনা হয়।

গত 5 বিলিয়ন বছর ধরে পৃথিবীর জলবায়ুর যে পরিবর্তন হয়েছে, তার কারণ সম্পূর্ণ প্রাকৃতিকই ছিল, মানুষের তাতে কোন অংশই ছিল না। কিন্তু পৃথিবীর জলবায়ুর আগামী পরিবর্তনের ক্ষেত্রে মানুষই বোধ হয় সম্পূর্ণরূপে দায়ী হবে। বর্তমান সত্যতা ও বিজ্ঞানের অগ্রগতির সঙ্গে সঙ্গে মানুষ পৃথিবীর জলবায়ুকে এক চরম পরিবর্তনের দিকে এগিয়ে নিয়ে চলেছে।

জলে, স্থলে, অন্তরীক্ষে মানুষ যে বিরাট পরিবর্তনের স্রুঁকি নিচ্ছে, তাতে আগামী 50 বছরের মধ্যে পৃথিবীর আবহাওয়া হয়তো এমন পাণ্টে যাবে, যাতে মানুষের স্বাভাবিক জীবনযাত্রা বশেষভাবে বিঘ্নিত হবে।

নানা বৈজ্ঞানিক পরীক্ষা-নিরীক্ষা ও কলকারখানার ময়লা আর পোড়াকরলা এবং পেট্রোলের ধোঁয়া অহরহ বিপজ্জনকভাবে পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলকে দূষিত করছে এবং আবহাওয়াকে পরিবর্তিত করছে। কিন্তু তা ছাড়াও বিচলিত হবার কারণ রয়েছে—পৃথিবীর বুকে যে সব বড় বড় পরিকল্পনা হাতে নেওয়া হচ্ছে বা নেবার কথা চিন্তা করা হচ্ছে, সেগুলির পরিণতির মধ্যে।

পেট্রোলিয়ামের সন্ধানে এবং বাজ ও বাসস্থানের প্রয়োজনে অনেক দেশই এখন সাহারা মরুভূমিকে শ্রমল প্রান্তরে রূপান্তরিত করবার কথা চিন্তা করছেন। কিন্তু সাহারার রূপান্তরের ফলে পৃথিবীর অজ্ঞাত অংশের আবহাওয়ার যে কি ভীষণ পরিবর্তন হতে পারে, তা কল্পনাভীত। বায়ুকাষ সাহারা যদি শ্রমল হয়ে ওঠে, তবে নুটন এবং পশ্চিম ইউরোপের দেশগুলি গ্রীনল্যান্ডের মত ভূবারাচ্ছন্ন হয়ে পড়বে। সোভিয়েট ইউনিয়নের উত্তরবাহী নদীগুলি অর্থাৎ সাইবেরিয়ার নদীগুলিতে (ওব, ইউনেসি ও লেনা) বছরে প্রায় নয় মাস ভূবার জমে থাকে। বছরের কোন সময়ই ঠিক নায্য নয়। সোভিয়েট দেশ যদি এখন নদীগুলিকে নায্য করে তোলাবার উদ্দেশ্যে তাদের

পরিবর্তন করে নতুন পথে প্রবাহিত করে গতিপথ এবং গ্রীনহাউসের ভূবার গলিয়ে কেলে তাদের ভূবারমুক্ত করে, তবে উত্তর আমেরিকা ও পশ্চিম ইউরোপের পক্ষে তা চরম বিপদের কারণ হয়ে দাঁড়াবে। কারণ, সাইবেরিয়ার জলবায়ুর এই পরিবর্তনের ফলে সমগ্র উত্তর গোলার্ধের জলবায়ুর চরম পরিবর্তন ঘটবে। সমগ্র উত্তর আমেরিকা হয়ে পড়বে আলাস্কার মত হিমশীতল আর পশ্চিম ইউরোপ হবে সম্পূর্ণ শুষ্ক। মানুষের উপকারের ক্ষেত্রেই বর্তমানে কৃত্রিম উপারে জলসেচের সাহায্যে কৃষিকার্ষে বহু উন্নতি সাধন করা হয়েছে, কিন্তু এর ফলে মানুষের অপকারও কম হয় নি। পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে সেচের প্রয়োজনে খাল, বিল কেটে নদীর জল যেভাবে ছড়িয়ে দেওয়া হচ্ছে, তাতে আগে যে পরিমাণ জল বাষ্পরূপে বায়ুতে মিশতো, তার চেয়ে অনেক বেশী পরিমাণ জল প্রতিদিন এই সব বিস্তৃত জলাশয় থেকে বাষ্পীভূত হয়ে যাচ্ছে এবং এর

ফলে পৃথিবীতে বৃষ্টির পরিমাণ ক্রমশঃ বৃদ্ধি পাচ্ছে। শহরের অগুণতি কলকারখানাগুলিও প্রতিদিন বেশ কিছু পরিমাণ কার্বন ডাই-অক্সাইড বাতাসে মেশাচ্ছে এবং বায়ু উত্তাপ বৃদ্ধি করছে। এর ফলে বায়ুর কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ এবং আব-হাওয়ার উত্তাপ যেভাবে বেড়ে যাচ্ছে, তাতে আশঙ্কা করা যাচ্ছে, হয়তো আগামী ৫০ বছরের মধ্যেই পৃথিবীর আবহমণ্ডলের উত্তাপ প্রায় তিন ডিগ্রীর মত বৃদ্ধি পাবে। এই তিন ডিগ্রী উত্তাপ বৃদ্ধিই হিমবাহের অপসারণের পক্ষে যথেষ্ট। কাজেই এই পরিমাণ উত্তাপ বৃদ্ধি পেলেই কুমেরু ও গ্রীনহাউসে বিশাল হিমমুকুট গলে কুমেরু ও গ্রীনহাউস উল্লুঙ্গ শিলার পরিণত হবে।

ভবিষ্যতে আবহাওয়ার এই পরিবর্তন বিশ্বের বৈজ্ঞানিকদের কাছে একটা বিরাট সমস্যা ও আশঙ্কার কারণ হয়ে উঠবে। তাঁদের ধারণা, পৃথিবীর জীবকুলের উপর এই আবহাওয়ার প্রতিকলন খুব দ্রুত হবে না।

সমাজ-বিজ্ঞানে গবেষণার বিভিন্ন ধারা

মিনতি চক্রবর্তী

বর্তমান প্রবন্ধে আমাদের আলোচনার বিষয়-বস্তু হলো—কি উপারে সমাজ-বিজ্ঞানীরা তাঁদের তথ্য সংগ্রহ করে থাকেন। সমাজ-বিজ্ঞানীর পরীক্ষাগার হলো মানব সমাজ আর বিভিন্ন মানুষ হলো তাঁদের পরীক্ষিত বস্তু বা বস্তুগাতি। বিভিন্ন মানুষের প্রকৃতি বিভিন্ন। কেউ বেশী কথা বলে, কেউ বা কম কথা বলে, আবার কেউ মিথ্যা কথা বেশী বলে, কারও মেজাজ লজ্জা চড়া আবার কেউ বা খুবই ঠাণ্ডা মেজাজের লোক। সুতরাং এই বিভিন্ন বস্তুগাতির মানুষকে নিয়ে কাজ করা খুব ঐচ্ছিক

ও সহনশীলতার ব্যাপার। সুতরাং সমাজ-বিজ্ঞানীকে খুব সন্তর্পণে মাথা ঠাণ্ডা রেখে তাঁর কাজে এগিয়ে যেতে হবে, কারণ তার পর্ববেক্ষণ ভুল হলে তাঁর তথ্য গ্রহণ হবে ভুল। আদর্যা এখনও পর্যন্ত এমন কোন বস্তু আবিষ্কার করতে সক্ষম হই নি, যার মধ্যে ধরা পড়বে পরীক্ষাধীন মানুষ ঠিক উত্তর দিচ্ছে, না সত্যকে চাপা দেবার ক্ষেত্রে মিথ্যার আশ্রয় নিয়ে সমাজ-বিজ্ঞানীকে বিপক্ষে চালিত করেছে। সুতরাং সব দিক চিন্তা করে সমাজ-বিজ্ঞানীকে তথ্য গ্রহণ সূক্ষ্ম করতে হবে।

এখন আলোচনা করা বাক, সমাজতত্ত্বের তথ্য গ্রহণের ক্ষেত্রে কি কি কৌশল অবলম্বন করা হয়।

সুপারিকল্পিত পরীক্ষা

বিজ্ঞানের সব শাখাই এই পদ্ধতি অনুসরণ করে। পরীক্ষাটি খুব সহজ। এই পরীক্ষার দুটি গোষ্ঠীর প্রয়োজন হয়। একটি পরীক্ষাধীন গোষ্ঠী (Test group) ও অপরটি নিয়ন্ত্রিত গোষ্ঠী (Control group)। যাদের উপর পরীক্ষা করা হবে, সেই রকম করেকজন মানুষকে রাখা হয় পরীক্ষাধীন গোষ্ঠীর মধ্যে আর অন্য করেকজন মানুষকে রাখা হয় নিয়ন্ত্রিত গোষ্ঠীর মধ্যে। এখন দুই গোষ্ঠীর মধ্যে যে পার্থক্য হবে, তা থেকে পরীক্ষার ফলাফল স্থির করা হয়। নীচে পদ্ধতিটি বর্ণনা করা হচ্ছে :—

অপর্যাপ্তবতার সংস্থার সাধনের ক্ষেত্রে আমরা একটা পরীক্ষা স্থির করলাম। যে অপরাধীদের উপর পরীক্ষার ব্যবস্থা নেওয়া হয়েছে, তাদের পরীক্ষাধীন গোষ্ঠী এবং যে অপরাধীদের উপর কোনও পরীক্ষার ব্যবস্থা নেওয়া হয় নি, তাদের নিয়ন্ত্রিত গোষ্ঠীর মধ্যে কেলা হলো। এখন আবার আর এক অপরাধীর দল, যাদের উপর কোন পরীক্ষার ব্যবস্থা আরোপিত হয় নি, তাদেরও নিয়ন্ত্রিত গোষ্ঠীর মধ্যে কেলা হলো। এভাবে বিভিন্ন দলকে দুই গোষ্ঠীতে পরপর রেখে পরীক্ষার ফলাফল জানা হলো। এভাবে পরীক্ষার ক্ষেত্রে বিভিন্ন রকমের গোষ্ঠী নির্বাচন করবার কালে গবেষকের পক্ষে ঘোড়ামুঠি নিতুল ফল পাওয়া সম্ভব।

কখনও কখনও গবেষণার পরিস্থিতি অনুযায়ী তৈরি পরীক্ষাধীন ও নিয়ন্ত্রিত গোষ্ঠীর সহায়তা নেওয়া হয়। এই সম্পর্কে এক স্পষ্ট উদাহরণ এখানে দেওয়া যেতে পারে :—

দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের সময় একটা খুব বড় প্রাণ দোষ দেয় যে, নিম্নোক্ত খেতাজদের পৃথক প্রাণ-

ভুক্ত করা হবে কিনা। কিছু পরীক্ষিত একক স্থির করা হলো। কিছু সৈন্তগোষ্ঠীকে রাখা হলো খেতাজ ও নিম্নোক্ত পৃথক পৃথক করে আর কিছু সৈন্তগোষ্ঠীকে রাখা হলো খেতাজ ও নিম্নোক্ত মিশ্রিত করে। কিছুদিন পরে এই সব সৈন্তের অধিকর্তাদের জিজ্ঞাসা করা হলো, এরকম মিশ্রণে তাঁদের অভিজ্ঞতা কি? উত্তরে তাঁরা জানিয়েছিলেন যে, বীরা পৃথক আছেন, তাঁদের তুলনায় মিশ্রিত দলের সৈন্তেরা অধিকতর কর্মনিপুণ। এই পরীক্ষা সম্পূর্ণভাবে প্রমাণ করে যে, জোর করে যে সংস্পর্শ ঘটানো যায়, তাতে মানুষের মনোভাবের অনেক পরিবর্তন ঘটে। তাছাড়া তৈরি পরীক্ষিত ও নিয়ন্ত্রিত গোষ্ঠীর সহায়তার জানা গেল—মিশ্রিত ও অমিশ্রিত গোষ্ঠীর মধ্যে পার্থক্য কি। এই উদাহরণ আরও প্রমাণ করে যে, সমাজ-বিজ্ঞানে সুপারিকল্পিত পরীক্ষা যে জ্ঞানের অহুসন্ধান দেয়, তা বাস্তব সামাজিক নীতি তৈরির পক্ষে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ বিষয়।

সমাজ-বিজ্ঞানে সুপারিকল্পিত পরীক্ষাকে কিছু অনুবিধার সম্মুখীন হতে হয়। হাজার লোককে নিয়ে কোনও পরীক্ষা করতে গেলে তা ব্যয়সাশ্রয় ও অনেক সময়ের প্রয়োজন। লোক বধন বুঝতে পারে তাদের নিয়ে পরীক্ষা করা হবে, তখন তারা পরীক্ষক বা গবেষকের সঙ্গে অসহযোগমূলক আচরণ করতে শুরু করে। এতে পরীক্ষার প্রভূত ক্ষতিসাধিত হয়। মানুষ বধন জানতে পারে না পরীক্ষার আসল উদ্দেশ্যটিকে, তখন তার কাছ থেকে যে ফল পাওয়া যাবে, তা আর কোন কিছুই মাধ্যমেই সম্ভব হয় না। এজ্ঞে তাকে কৌশলে এমন এক যুক্তি দেওয়া হবে, যাতে সে বুঝতে না পারে, পরীক্ষার আসল লক্ষ্যটি কি এবং পরীক্ষক কি করছে। তবে এই যুক্তিটি এমন হতে হবে যে, তা তার পক্ষে ঘোড়ামুঠি ক্ষতিকারক নয়।

পৰ্যবেক্ষণমূলক পাঠ

এই পরীক্ষা অনেকটা সুপরিকল্পিত পরীক্ষার মত। সুপরিকল্পিত পরীক্ষাকে এমনভাবে সাজানো হয়, যাতে কোন কিছু ঘটে তারপর তা লক্ষ্য করা হয়। কিন্তু পর্যবেক্ষণের পরীক্ষার বা নিজ থেকে ঘটছে বা ঘটতে গেছে, বিজ্ঞানী তা লক্ষ্য করেন, কিন্তু উভয়ই নির্ভরশীল রীতিবদ্ধ পর্যবেক্ষণের উপর নিয়ন্ত্রিত সঠিক। উভয় পদ্ধতি সমস্ত পরীক্ষাতেই ব্যবহৃত হয়, কিন্তু কোণেলের একটু হেরকের হয় বিষয়বস্তুর তারতম্যের উপর।

ধারণাভিত্তিক পাঠ

এই পদ্ধতিটির মূলে হলো অনিয়মিত বর্ণনা ও বিশ্লেষণমূলক সিদ্ধান্ত, যা পর্যবেক্ষণের উপর গঠিত এবং অপেক্ষাকৃত কম নিয়ন্ত্রিত। মনে করা যাক, কোনও এক সমাজ-বিজ্ঞানী পারিবারিক সংগঠনের উপর কাজ করছেন। তিনি রাশিয়ার ভ্রমণে গেলেন। তিনি রাশিয়ার মাছবের সঙ্গে সাক্ষাৎ করে তাঁদের পারিবারিক জীবন সম্পর্কে তথ্যাদি সংগ্রহ করলেন, বিভিন্ন পত্রিকা থেকে পারিবারিক জীবনের ছবি পৃথক করলেন এবং বাড়ী ফিরলেন তিনি রাশিয়ার পারিবারিক জীবন সম্পর্কে এক নির্দিষ্ট ধারণা নিয়ে। কিন্তু এই যে তথ্যগুলি সমাজ-বিজ্ঞানী সংগ্রহ করলেন, তা কোনও নিয়মিত বৈজ্ঞানিক অহুসন্ধানের উপর নির্ভর করে নয়, প্রকাশিত সাহিত্য, অহুসন্ধান ও সংবাদ-দাতার কাছ থেকে প্রাপ্ত ইত্যন্তঃ বিকল্প তথ্যের উপর নির্ভর করে। এখন বিচক্ষণ, দায়িত্বশীল ও সুকৌশলী গবেষক তাঁর উপসংহার তৈরি করবেন এই তথ্যের সঙ্গে তাঁর ধারণা, অভিজ্ঞতা ও চিন্তাধারাকে মিলিত করে। যখন সংগৃহীত তথ্য পর্যবেক্ষকের ধারণাকে অন্তর্ভুক্ত করে, তখন তাকে ধারণাভিত্তিক পাঠ (Impressionistic study) হিসাবে গণ্য করা হয়।

সমাজ-বিজ্ঞানে এই পাঠের প্রয়োজন এক-

দিকে খুব বেশী। এই পদ্ধতি অহুসন্ধানের তথ্যের উপর অনেক প্রকল্প ও মন্তব্য করতে বিশেষ সাহায্য করে এবং গবেষকের গভীর অন্তর্দৃষ্টির ইঙ্গিত দেয়, যা অন্ত পদ্ধতির মাধ্যমে অনেক সময় সম্ভব হয় না।

পরিসংখ্যানগত তুলনামূলক পাঠ

শিক্ষণীয় বিষয়ের প্রতিটি পাঠ, বা কোনও পরীক্ষার মাধ্যমে দেখা হয়েছে বা কোথাও প্রকাশিত হয়েছে, গণবিজ্ঞার মাধ্যমে গণিতবদ্ধ করা থাকে। প্রতিটি সমাজতাত্ত্বিক অহুসন্ধানকেই এই গণবিজ্ঞার উপর নির্ভর করতে হয়। গণবিজ্ঞার এই তথ্য গবেষককে তুলনামূলক আলোচনা করতে ও একনজরে বিভিন্ন তথ্যের কলাকল দেখতে বিশেষভাবে সাহায্য করে।

কখনও কখনও গবেষককে কোনও এক বিশেষ সমস্যাতে বাটাই করে দেখবার জন্তে সোজা-সুজা-ভাবে গণবিজ্ঞার তথ্যের সাহায্য নিতে হয়। যেমন গবেষককে এক প্রশ্নের উত্তর গণবিজ্ঞার সাহায্যে দেখতে হবে। প্রশ্নটি হলো, কেন কিছু বিবাহ অন্ত্যস্ত বিবাহ অপেক্ষা বেশী সুখের হয়? এই প্রশ্নের উত্তরের জন্তে কয়েক শত বিবাহিত দম্পতিকে বিভিন্ন পরিমাণে পৃথক পৃথক শ্রেণীভুক্ত করা হলো। এখন এই পৃথক পৃথক শ্রেণীগুলির একটিকে অপারটির সঙ্গে তুলনা করা হলো উজন-খানেক বিষয়ের উপর ভিত্তি করে। এতে দেখা গেল, কিছু সুখী ও অসুখী বিবাহিত দম্পতি পৃথক শ্রেণীভুক্ত হয় তাদের পক্ষাৎ ঘটনাকে কেন্দ্র করে, আর কিছু হয়তো বা তাদের ব্যক্তিত্বের পার্থক্যের জন্তে। এও লক্ষ্য করা গেল যে, দুই দলের পার্থক্য এত বেশী যে, একটির সঙ্গে অপারটির মিল খুব কম। তুলনামূলক আলোচনার জন্তে গবেষকের কাছে এই পদ্ধতি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ।

প্রশ্নভিত্তিক ও পারস্পরিক সাক্ষাৎমূলক পাঠ

এই পদ্ধতিতে সংবাদদাতাকে সোজা-সুজা

এর করে সেই উত্তরের উপর নির্ভর করে তথ্য সংগৃহীত হয়। পদ্ধতিটি বৈজ্ঞানিক নিয়ন্ত্রণের মধ্যে এক সুসংবদ্ধ পথ। এই পদ্ধতিতে যে প্রশ্নতালিকাগুলি তৈরি হবে, তা সংবাদদাতাকে নিজে পূর্ণ করতে হয় বা তার সামনে প্রশ্নকাবীকে পূর্ণ করতে হয়। কিন্তু এই পদ্ধতিতে তথ্য সংগ্রহে একটি বড় অসুবিধা আছে এবং গবেষকের কর্তব্য সেদিকে বিশেষ নজর রাখা। এই পদ্ধতিতে একদিকে যেমন বাস্তব সংবাদ পাওয়া খুব সহজ, অন্যদিকে তেমনি বিভিন্ন মাহুকের মনোভাব ও মতের পার্থক্য হওয়ার তথ্য ভুল হওয়া সম্ভব। সংবাদদাতা অনেক সময় প্রশ্ন নাও বুঝতে পারেন বা তারা অনেক প্রশ্নের উত্তর এড়িয়ে বাবার জন্তে মিথ্যা বলতে পারেন। অনেক সংবাদদাতা বেশী কথা বলার দরুণ আসল উত্তর না দিয়ে তা অনেক রং দিয়ে বাড়িয়ে বলতে পারেন। সুতরাং এই পদ্ধতিতে তথ্য সংগ্রহ করতে হলে উত্তরদাতার মনস্তত্ত্ব আগে বিশ্লেষণ করে তারপর তার উত্তরের উপর তথ্য সংগ্রহ করা উচিত। সুতরাং গবেষককে এই পদ্ধতিতে তথ্য সংগ্রহ করার সময় খুব বেশী সতর্ক থাকতে হবে—একমাত্র এই পদ্ধতিতে সংগৃহীত তথ্যের উপর নির্ভর করে কোনও মন্তব্য করা উচিত হবে না। তবুও এই পদ্ধতি প্রয়োগের বিশেষ প্রয়োজন আছে। কারণ এই পদ্ধতির মাধ্যমে সংগৃহীত তথ্য কল্পনা শক্তি অপেক্ষা অনেক বেশী বাস্তব।

অংশগ্রহণকারী পর্যবেক্ষক পাঠ

এই পদ্ধতিতে গবেষককে নিজে তিনি যে বিষয়ের উপর তথ্য সংগ্রহ করবেন, তাতে অংশগ্রহণ করে অভিজ্ঞতার মাধ্যমে তথ্য সংগ্রহ করতে হয়। যদি কোনও গবেষক ইচ্ছা করেন শ্রমিক সমিতি (Labour union) সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহ করতে, তখন তিনি শ্রমিক সমিতির

একটির মধ্যে নিজে যোগদান করে কারখানার কাজ করবেন। যদি তিনি কোনও ধর্মীয় অস্থান, বিবাহ বা কোনও পূজা সম্বন্ধে তথ্য সংগ্রহ করতে চান, তবে তিনি সেই অস্থানগুলিতে যোগদান করে আন্তরিকতার সঙ্গে অস্থানের উদ্ভোক্তা ও কর্মকর্তাদের সঙ্গে এক হয়ে তথ্য সংগ্রহ করবেন। এই পদ্ধতির মাধ্যমে যে তথ্য সংগ্রহ করা যায়, কোনও বাস্তবিক পর্যবেক্ষণ সেই তথ্য দিতে সক্ষম নয়।

এই পদ্ধতির কিছু অসুবিধার দিক আছে। অংশগ্রহণকারী পর্যবেক্ষক কোনও অস্থানে আবেগের প্রভাবে এমনভাবে জড়িয়ে পড়তে পারেন, যা তাঁকে লক্ষ্যভ্রষ্ট করতে পারে বা এমনও হতে পারে যে, তিনি যে গোষ্ঠী দেখছেন, তা সব গোষ্ঠীর ক্ষেত্রেই এক বলে তাঁর মনে হতে পারে।

আমাদের দেশে এই পদ্ধতির ব্যবহার এখনও পর্যন্ত খুব ব্যাপক নয়। যেমন ধরা যাক, কোনও এক ধর্মীয় বিপ্লবে কি ঘটে থাকে, কি ঘটে এক দাঙ্গার বা হুকের পরে মুক্তক্ষেত্রে? এই সব ক্ষেত্রে হাতে কলম-পেন্সিল নিয়ে খুব কম সমাজ-বিজ্ঞানীই উপস্থিত থাকেন। এসব স্থানে সাধারণতঃ ধারা সেখানে উপস্থিত ছিলেন, তাঁদের চাকুর বর্ণনার উপর নির্ভর করে তথ্য সংগৃহীত হয়। এই চাকুর বর্ণনারও মূল্য আছে, যদিও তা অনতিজ পর্যবেক্ষকের, কিন্তু সেই ঘটনার পরেই পর্যবেক্ষকের কাছ থেকে যদি তথ্য সংগ্রহ করা যায়, সেই তথ্য তথ্যাহুদ্বানের ক্ষেত্রে এক প্রয়োজনীয় উৎস।

ঘটনাস্থিতিক পাঠ

যখন কোনও ব্যক্তির জীবনবৃত্তান্ত বা কোনও প্রাচীন ঘটনার উপর নির্ভর করে তথ্য সংগ্রহ করা হয়, তখন তাকে বলে ঘটনাস্থিতিক পাঠ (Case-study)। কোন এক বিশেষ ব্যক্তির

ঘটনামূলক ইতিহাস (Case-history) থেকে এক পরিবার, এক গোষ্ঠী, এক সমিতি বা এক ধর্মীয় আন্দোলনের উপর অনেক মন্তব্য করা যেতে পারে। এই পাঠের সর্বাপেক্ষা মূল্যবান জিনিষ হলো কোনও প্রকল্পের উপর মন্তব্য করা। কোনও একটি ঘটনাত্ত্বিক পাঠের তথ্যের উপর নির্ভর করে সাধারণ শ্রেণীবিভাগ করা যায় না, সাধারণ শ্রেণীবিভাগ করতে হলে সবসঙ্গে সংগৃহীত

প্রচুর ধারাবাহিক তথ্যের (Processed data) প্রয়োজন।

উপরে বর্ণিত পদ্ধতিগুলির মধ্যে পাশ্চাত্য দেশ-সমূহের মত আমাদের দেশে এখনও সবগুলিকে অবলম্বন করা হয় না। আমাদের দেশে যে পদ্ধতিগুলির মাধ্যমে সাধারণতঃ তথ্য সংগৃহীত হয়ে থাকে, সেগুলি হলো পর্যবেক্ষণমূলক পাঠ, প্রত্নতত্ত্বিক ও পারম্পরিক সাক্ষাৎমূলক পাঠ, অংশগ্রহণকারী পর্যবেক্ষক ও ঘটনাত্ত্বিক পাঠ।

চোখে আলোর অনুভূতি

যোগেন দেবনাথ*

এক জোড়া চোখ, পৃথিবীর আলো আর বস্তুজগৎ—এই তিনের অস্তিত্বে বহির্জগতের সঙ্গে মানুষের যোগাযোগ। চাঁদ বলসানো রুটি, না অফুরন্ত সৌন্দর্যের কবি-কল্পনা—চোখ বা আলো না থাকলে এর কোনটারই মূল্য নেই। বস্তু থেকে কিরে আসা আলো চোখে পড়ে বলেই তো বস্তুর হরেক রকম বৈচিত্র্য মানুষের কাছে ধরা পড়ে। তবে আলো নিছক চোখে এসে পড়লেই যে কোন বস্তুর দর্শনের অহুত্ব জাগবে—এমন কথা কেউ হালক করে বলতে পারেন কি? পারেন না। কেন না, আলো চোখে এসে পড়া এবং অহুত্ব জাগবার মধ্যে যে রহস্যের বেড়া জাল রয়েছে, তার সঠিক সমাধানের উপরই নির্ভর করে কোন বস্তুর অহুত্বের ব্যাপারটা। ক্যামেরার মত চোখের অভ্যন্তরেও রয়েছে আলোকগ্রাহী একটি পর্দা, নাম তার রেটিনা বা অক্লিণ্ট। এই পর্দার আলো কোন বস্তুর যে নিরক্ষরাত্মিক প্রতিবিম্ব বা ইমেজ সৃষ্টি করে তারও কিছু কানাকড়ি দূর নেই, যদি না পর্দার অবস্থানকারী আলোক

গ্রাহক-কোষে আলোর শোষণ ঘটে এবং সেখানে আলোক-শক্তির রূপান্তর ঘটে। আলোক গ্রাহক-কোষ ট্রান্সডুসারের মতই কাজ করে। রেটিনার শোষণকারী আলোক-শক্তিকে তারা তাপ, রাসায়নিক ও তড়িৎ-শক্তিতে রূপান্তরিত করে—সৃষ্টি হয় স্নায়ু-প্রবাহের। এই স্নায়ু-প্রবাহ সুবাহী অপ্টিক স্নায়ুর মধ্য দিয়ে ছড়িয়ে পড়ে মস্তিষ্কের বিভিন্ন অংশে। মস্তিষ্কের মত এমন সুদক্ষ বৈচিত্র্যময় কম্পিউটার মানুষ আজও সৃষ্টি করতে পারে নি। সেখানে স্নায়ু-প্রবাহের হিসাব-নিকাশ ও বিচার-বিশ্লেষণ চলে। গড়ে উঠে বস্তুর রং, রূপ ও বৈচিত্র্যে ভরা নিখুঁৎ ও নির্ভেজাল ইমেজ বা ইমেজের অহুত্ব—বাকি আমরা বলি দেখা। আর একটা জিনিষও লক্ষ্য করা গেছে—চোখে এসে পড়া আলোকে যে পরিমাণ শক্তি থাকে, স্নায়ু-প্রবাহের সঙ্গে জড়িত শক্তি তার চেয়ে অনেক বেশী। কেন এই বৈষম্য? নিশ্চয়ই চোখে আলো শোষণের

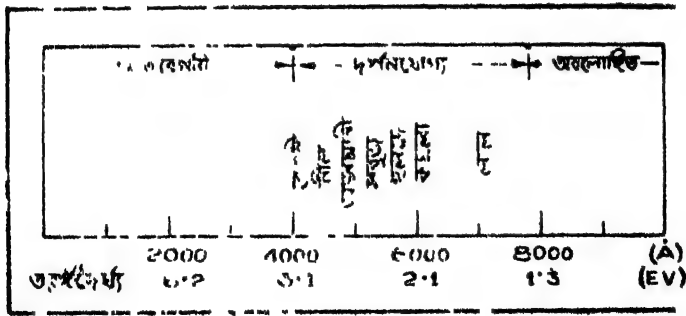
* শারীরতত্ত্ব বিভাগ, মেধিনীপুর কলেজ,

মেধিনীপুর

পর দ্বায়ু-প্রবাহ শুরু হওয়া পর্যন্ত পর পর কতকগুলি অতি অবশ্রিত ঘটনা ঘটে, বার কলে শক্তির এই তারতম্য হয়ে থাকে।

বস্তু থেকে কিরে আসা কতটুকু আলো চোখে পড়লে বা নিদেনপক্ষে কি পরিমাণ আলোক-শক্তির রূপান্তর ঘটলে কোন বস্তুর শুধুমাত্র অল্পভূতি জাগতে পারে? সব তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলো সমান শক্তির অধিকারী নয়। শক্তির হেরকের ঘটে তাদের তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের কম-বেশীতে। একটা আলোকণায় যে শক্তি নিহিত থাকে, তার পরিমাণ করা চলে শক্তিসূত্র থেকে অর্থাৎ $E=hc/\lambda$, যেখানে h -কে বলা হয় প্রাক্টের ধ্রুবক, বার মান আর্গ এককে মাপলে 6.62×10^{-27} আর্গ হয় এবং ইলেকট্রন ভোল্টে মাপলে 4.13 ইলেকট্রন ভোল্ট হয়। λ -কে বলা হয় কম্পনাঙ্ক, বা আলোর গতিবেগ ও আলোকণার তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের তত্ত্বাংশ-বিশেষ অর্থাৎ c/λ । স্পষ্টতঃই দেখা যাচ্ছে, তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য কম হলে আলোকণার মধ্যে নিহিত

অল্পভূতি জাগতে সক্ষম নয়। বেগুনী থেকে লাল রঙের যে সাতটা আলো দর্শনের অল্পভূতি জাগতে পারে, তাদের তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য 4000\AA থেকে 7500\AA [এক $\text{\AA}=10^{-10}$ সে. মি.] পর্যন্ত সীমিত [1নং ছবি]। এদের তাই দৃশ্য আলোর পর্যায়ে কেলা হয়। অতিবেগুনী রশ্মি—বাদের তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য 4000\AA থেকে নীচের দিকে এবং বাদের শক্তির পরিমাণ বেশী, তারাও কিন্তু দর্শনের অল্পভূতি জাগতে পারে না। তেমনি পারে না কম শক্তিসম্পন্ন অবলোহিত রশ্মি, বাদের তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য 7500\AA থেকে উপরের দিকে। অবশ্য অতিবেগুনী রশ্মিকে সরাসরি রেটিনাতে ফেলে দেখা গেছে, তারা অল্পভূতি জাগতে সক্ষম। সাধারণভাবেই বা তা সম্ভব নয় কেন? কারণ অবশ্য রয়েছে। পৃথিবীর ঠিক উপরিভাগে অতিবেগুনী রশ্মির পরিমাণ খুব কম। দেখা গেছে মাত্র 2950\AA তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলো অতি কষ্টে পৃথিবীর ঠিক উপরে পৌঁছতে



1নং চিত্র

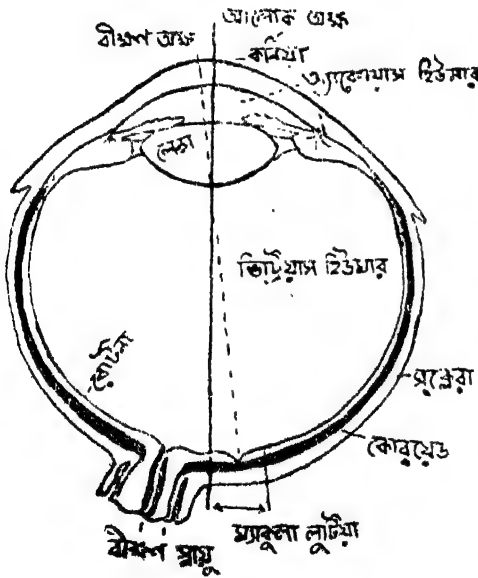
শক্তির পরিমাণ থাকে বেশী, তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য বেশী হলে ঘটে তার বিপরীত। অবশ্য একটি মাত্র আলোকণাতে আলোক-শক্তির পরিমাণ নির্ভরশীল নয়। তবে দলে ভারী হলে এই প্রবণ অব্যাহত। জাবার সব তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলো দর্শনের

পারে। অবশ্য পৃথিবী ও সূর্যের দূরত্বের তারতম্যে বানিকটা হেরকেরও ঘটে। এর চেয়ে কম দৈর্ঘ্যের আলোকণা ঠিক পৃথিবীপৃষ্ঠে এসে পৌঁছতে পারে না। কারণ তাদের প্রতিবন্ধকতা অনেক। পৃথিবীর আবহাওয়ার এসে পড়বার পরেই

তাদের শোষণ করে গ্যাস, অতি উচ্চ অবস্থান-কারী ওজন স্তর (Ozone layer) এবং জলীয় বাষ্প। এমন কি, ধূলিকণাও তাদের ইতস্ততঃ ছড়িয়ে দেয়। বায়ুকণাগুলিও নানানভাবে বাধার সৃষ্টি করে। এর পরেও বাধা আসে। দেখা গেছে 3000\AA কম দৈর্ঘ্যের সব আলোককণাকেই চোখের ভিতরকার লেন শোষণ করে নেয়। তেমনি 13000\AA -এর বেশী তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের সব আলোকে শোষণ করে নেয় চোখের ভিতরকার স্বচ্ছ তরল পদার্থ অ্যাকোয়াস হিউমার ও ভিট্রিয়াস হিউমার (২নং ছবি)। এই দু-রকমের আলো চোখের

শোষিত হতে পারে না। শোষণ না হলে শক্তির রূপান্তর ঘটে না। অতিবেগুনী ও অব-লোহিত রশ্মি তাই দর্শনের অমুহূতি জাগাতে পারে না। কিন্তু চোখে এসে-পড়া সব দৃশ্য আলোই কি রেটিনাতে পৌঁছতে পারে, না অমুহূতি জাগাতে পারে? না, তাও পারে না।

চোখের কর্মকাণ্ডের পদ্ধতি সহজে আর একটা কথা জানা প্রয়োজন। সাধারণ আলোতে চোখের কাজকর্মের পদ্ধতি এক রকম, আবহা আলোতে অল্প রকম। প্রথম প্রকারে বেশী পরিমাণ আলো চোখে এসে পড়া চাই। কোন বস্তুকে পুঙ্খানুপুঙ্খরূপে দেখা ও তার রং, রূপ ও বৈচিত্র্যকে সুস্পষ্ট ও আলাদা করে বিচার-বিশ্লেষণ করা এবং বোঝবার জন্তে এর প্রয়োজন। অপর পক্ষে আবহা আলোতে শুধুমাত্র আলো-আধারের অমুহূতি জাগানোই চোখের কাজ। এই দু-রকম কাজের জন্তে দু-রকম গ্রাহক-কোষ রয়েছে রেটিনাতে। উজ্জ্বল আলোতে বারী সক্রিয়, তাদের বলা হয় কোণ (Cone) গ্রাহক-কোষ। আবহা আলোতে এরা নিশ্চেষ্ট ও নিষ্ক্রিয়। [১নং তালিকা]। আবহা আলোর বারী সূক্ষ্ম ও কর্মক্ষম, তাদের নাম রড (Rod) গ্রাহক-কোষ। সাধারণ বা স্বাভাবিক আলোতে তারা অকেজো। এট দু-প্রকার গ্রাহক-কোষ কিন্তু রেটিনার সমতাবে ছড়িয়ে নেই, চোখের পশ্চাৎ মেঝেতে



২নং চিত্র

আলোক-সুগ্রাহী পর্দা রেটিনাতে গিয়ে পৌঁছতে পারে না এবং আলোক-গ্রাহক-কোষের দ্বারা

1নং তালিকা

মিলি ল্যাম্ববার্টে আলোক উজ্জ্বলতা	0'0C00001	} চোখ সওয়া অন্ধকারে দর্শনমাত্রা	}	আব্‌ছা আলোর দৃষ্টি (রঙ)	
	0 000001	}			চাঁদহীন অন্ধকার আকাশের নীচে রাখা সাদা বস্তু
	0'00001				
	0'0001				
	0'001				
	0'01	}	}	পরিবর্তনশূচক অঞ্চল (Zone)	
	0'1				
	1	} কষ্টসাধ্য পত্রিকাপাঠ			
	10	}	}	বাস্তবিক আলোর দৃষ্টি (কোণ)	
	100				
	1,000	} নিখুঁতভাবে দেখবার পক্ষে যথেষ্ট			
	10,000	} পূর্ণ সূর্যালোকে সাদা কাগজের দীপন			
	100,000				
1,000,000	}	}	রেটিনার পক্ষে ক্ষতিকারক		
10,000,000					
100,000,000	} কার্বন আর্ক				
1,000,000,000	} সূর্য				
10,000,000,000	↓ প্রথম তিন মি. সে.-এ এ বোমা				

হল্‌দে রঙের যে গোলাকার বিন্দুটি রয়েছে, বাকি ম্যাকুলা লুটরা (Macula lutea) বলে, কোণ্‌ গ্রোহক-কোষের প্রাধান্ত সেখানেই বেশী। রঙ গ্রোহক-কোষ সেখানে অল্পপস্থিত। ম্যাকুলা লুটার আওতার বাইরে বস্তু এগুলো যার, রঙের সংখ্যা ততই বাড়তে থাকে এবং কোণ্‌ গ্রোহক-কোষের সংখ্যা তত কমতে থাকে। আলোক অক্ষে 20° থেকে 30° কোণের প্রান্ত জায়গাটুকু নিয়ে যে বলয়ের সৃষ্টি হয়েছে, দেখা গেছে—তার মধ্যে রঙের প্রাধান্ত সবচেয়ে বেশী। এই দু-প্রকার গ্রোহক-কোষ রয়েছে দুই রকম রাসায়নিক পদার্থ। আলো এসে যথেষ্ট শোষিত হয়। রাসায়নিক প্রক্রিয়ার আলোক-শক্তির রূপান্তর ঘটে, পরিণেবে জন্ম নেয় দ্রাব্য-প্রবাহ।

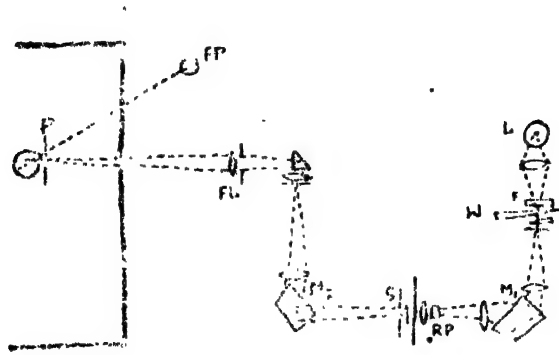
আগের কথাতেই আবার কিসে আসতে হয়। কখনকে কি পরিমাণ আলো চোখে এসে পড়লে দর্শনের অজুত্ব আলো? যাপকাটি দিয়ে

এই আলোর পরিমাণকে, বা দর্শনের অজুত্ব জাগাতে সক্ষম হয়, বলা হয় নিরপেক্ষ দর্শনমাত্রা (Absolute visual threshold)। এই দর্শন-মাত্রাও অবশেষে ধার্য হয়েছে। জানা গেছে, কি পরিমাণ আলো চোখে এসে পড়া দরকার এবং তার কতটুকুই বা কাজে লাগে, গ্রোহক-কোষে শোষিত হয় এবং অজুত্ব জাগাতে সক্ষম হয়।

হেচ, স্ক্রেরার ও পাইরেনী এই মাত্রা নির্ধারণ করতে গিয়ে দেখেছেন, এর জন্মে সূক্ষ্মতাই পর পর কতকগুলি ব্যবস্থাপনার প্রয়োজন। যে লোকের উপর এই পরীক্ষা চালাতে হবে, তাকে অত্যন্ত পক্ষে মিনিট জিশেক স্তম্ভে অন্ধকারে রাখতেই হবে। এই সময় অতিক্রান্ত না হলে নাকি চোখের নিরপেক্ষ অজুত্ব (Absolute sensitivity) জাগা সম্ভব নয়। এর পরের ব্যবস্থা হলো আলোক সম্পাতের। এমনভাবে তা

কার্যকরী করতে হবে, যাতে আলো রেটিনার সেই অংশে গিয়েই পড়ে, যেখানে বড় গ্রাহক-কোষের প্রাচুর্য রয়েছে। এরপর বেছে নিতে হবে সময়ের স্থায়িত্ব ও নির্দিষ্ট তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোককে। দেখা গেছে, 5100Å তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলো এবং 0.001 সেকেন্ড সময়ের স্থায়িত্বের আলোকসম্পাত ঘটলে রড্ গ্রাহক-কোষের অনুভূতির মাত্রা সবচেয়ে বেশী হয়।

হেচ ও তাঁর সহকর্মীরা এই উদ্দেশ্য নিয়ে যে বস্তু ব্যবহার করেছেন 3নং ছবিতে তারই নমুনা



3নং চিত্র

দেওয়া হয়েছে। আলোর উৎস হলো নির্দিষ্ট তড়িৎ-প্রবাহে চালিত কার্বন কিলোমিটারের একটি ল্যাম্প (L)। এই আলোর উৎসের বৈশিষ্ট্য হলো, একটা নির্দিষ্ট মাত্রার তার নিষ্কাশন। এর পর আলোক-রশ্মিকে একটি নিরপেক্ষ ফিল্টার (F) এবং নিরপেক্ষ ঘনত্বের গোলক বা ওয়েভের (W) মধ্য দিয়ে পাঠিয়ে দেওয়া হয়, যাতে পরিমাণ-গতভাবে আলোর প্রাবল্য কমে যায়। প্রিজম M_1 এবং M_2 গঠন করে এমন একটি যুগ্ম একবর্ণ উৎপাদক (Double monochromator), যা বর্নহিত রশ্মির সাহায্যে শুধুমাত্র 5100Å তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোর জোগান দেয়। এদের বর্নহিত শাটার (S) 0.001 সেকেন্ড সময়ের স্থায়িত্বের একক আলোকজোলের নিষ্কাশন ঘটায়।

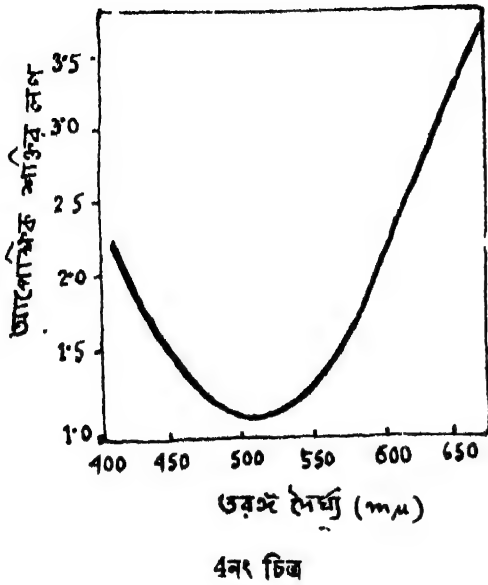
আলোর প্রাবল্যের পরিমাপ করা হয় থার্মোপাইলের সাহায্যে। আপতিত রশ্মিকে তাপে পরিণত করে যে তাপ-তড়িৎ প্রভাবের (Thermoelectric potential) সৃষ্টি হয়, তাকে একটা স্থির বর্তনীয়ুক্ত সূত্রাহী গ্যালভ্যানোমিটার দিয়ে মাপে নেওয়া হয়।

বিভিন্ন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলো নিয়ে একইভাবে কাজ করেছেন হেচ ও তাঁর সহকর্মীরা। তাঁদের এই পরীক্ষা থেকে যে কলকল পাওয়া গেছে, তা থেকে তাঁরা আলোর শক্তি ও তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের

মধ্যে একটা সংযোগ স্থাপন করতে পেরেছেন [4নং চিত্র]। তারা দেখতে পেরেছেন 5100Å তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের নিরপেক্ষ দর্শনমাত্রার এজিয়ার হলো 2.1×10^{-10} থেকে 5.7×10^{-10} আর্গ; অর্থাৎ শুধুমাত্র যে আলো এসে প্রথমে চোখের কর্নিয়াতে পড়ে, তার শক্তির পরিমাণগত অবস্থাই হলো এটি। তাই বলে এই সবটুকু আলো কখনও রেটিনাতে পৌঁছতে পারে না বা এর সবটুকুই অনুভূতি জাগাবার জন্তে দারী নয়।

5100Å তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোকপার মধ্য যে শক্তি রয়েছে, শক্তির থেকে দেখা যায় তার পরিমাণ হলো 3.84×10^{-9} আর্গ। অতএব 2.1×10^{-10} থেকে 5.7×10^{-10} আর্গ শক্তিতে আলোকপার সংযোগিত অবস্থা স্পষ্টতই দেখা যাচ্ছে 54 থেকে

148, অর্থাৎ অল্পভূতি জাগাবার ক্ষেত্রে নিম্নেদনপক্ষে 54 থেকে 148টি আলোকণাকে অতি অবশ্য চোখে এসে পড়তে হবে। কিন্তু চোখে এসে পড়া এই সব কয়টি আলোকণাই শেষ পর্যন্ত রেটিনাতে



গিয়ে পৌঁছতে পারে না। কনিয়া থেকে রেটিনার বাবার পথে তাদের অনেকগুলিই হারিয়ে যায়। তাই বর্ধার্থ অল্পভূতি জাগাবার ক্ষেত্রে বতগুলি আলোকণার প্রয়োজন, তাদের সংখ্যা এর চেয়ে আরও কম।

চোখে এসে-পড়া আলোর শতকরা চারভাগ কনিয়া থেকে প্রতিফলিত হয়ে কিরে যায়। কিরে যায় আলোক অক্ষের সঙ্গে 20° থেকে 30° কোণে বিচ্যুতি ঘটায়। আবার কনিয়া থেকে রেটিনার বাবার পথে শতকরা পঞ্চাশ ভাগ আলোকণা হারিয়ে যায় লেন্স ও চোখের ভিতরকার তরল পদার্থে (Ocular media), অর্থাৎ চোখের ভিতরকার লেন্স, অ্যাকোয়াস হিউমার ও ভিট্রিয়াস হিউমার পঞ্চাশ ভাগ আলোক শোষণ করে নেয়। বাকী যে আলোকণাগুলি রেটিনাতে গিয়ে পৌঁছায়, তার সবকয়টিই

আবার আলোক গ্রাহক-কোষে শোষিত হতে পারে না। তার একটা অংশ রেটিনাকে ভেদ করে তার ঠিক পিছনকার ব্লাক প্রিটিং বা কালোত্তরে (কোরয়েড) গিয়ে শোষিত হয়। ঐ স্তরে না আছে কোন আলোক গ্রাহক-কোষ, না আছে তার কোন প্রকার অল্পভূতি জাগাবার ক্ষমতা। শেষ পর্যন্ত হেচ ও তাঁর সঙ্গীরা দেখিয়েছেন, চোখে পড়া 5100 \AA তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোর কৃষ্টি শতাংশ মাত্র গ্রাহক-কোষে শোষিত হয়; অর্থাৎ প্রকৃতপক্ষে মাত্র 5 থেকে 14টি আলোকণা গ্রাহক-কোষের আলোক-সুগ্রাহী পদার্থে শোষিত হয় এবং দর্শনের অল্পভূতি জাগায়। তাই প্রকৃত নিরপেক্ষ দর্শনমাত্রা 5 থেকে 14টি আলোকণার মধ্যে সীমিত বলা চলে। অবশ্য এই সংখ্যাও নাকি উদ্ধারসীমা। প্রকৃত অল্পভূতির ব্যাপারটা নাকি আরো কম সংখ্যক আলোকণার দ্বারা সম্পন্ন হতে পারে। আবার এমন ইন্দ্রিয়ও পাওয়া গেছে, একটা আলোকণা নাকি একটিনা গ্রাহক-কোষকে কর্মক্ষম করতে পারে। তাই যদি সত্য হয়, তবে আমরা বলতে পারি, অল্পভূতি জাগাবার ক্ষেত্রে অন্ততঃপক্ষে 5 থেকে 14টি রড্ গ্রাহক-কোষকে সক্রিয় অংশ নিতেই হবে।

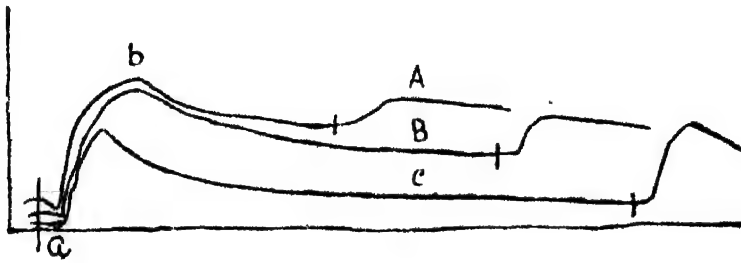
রড্ ও কোণ্ গ্রাহক-কোষে আলোক-সুগ্রাহী যে পদার্থ রয়েছে, তা হলো বর্ধাক্ষমে রোডপ্সিন (Rhodopsin) ও আরোডপ্সিন (Iodopsin)। এই আলোক-সুগ্রাহী পদার্থগুলিতে আলো শোষণের কালে যে রাসায়নিক ক্রিয়া-বিক্রিয়া ঘটে অনেকটা বৃত্তাকার পথে, তারই কালে জন্ম হয় রাড্-প্রবাহের। এখানে তার বিশদ আলোচনা সম্ভব নয়, তবে এইটুকু বলা চলে যে, এই রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটাবার পথে সাহায্য করে বড় অংশীদার ভিটামিন-এ। ভিটামিন-এ-এর অভাব তাই এই পরিবর্তনকে বাধা দেয়, দেখবার পক্ষে বিষ ঘটায়, মাহুদ রাতকানা হয়। শুধু তাই নয়,

চোখের উপরিভাগকে সিন্ড রাখবার জন্তে সর্বদা বে ল্যাক্রিমাল গ্রন্থি থেকে গ্রন্থিস নিঃসৃত হয় সেই গ্রন্থিও ক্ষয়প্রাপ্ত হতে থাকে, চোখের উপরিভাগ শুকোতে থাকে, রক্তবর্ণ ধারণ করে, চোখে ছানি পড়ে।

স্নায়ু-প্রবাহ অনেকটা তড়িৎ-প্রবাহের মতই। রেটিনার সংস্পর্শে একটা ইলেকট্রোডকে রেখে অস্ত্রটিকে চোখের পিছনে স্থাপন করে আলোক-সম্পাত ঘটিয়ে রেটিনার বিত্তব পরিবর্তনের পর্যায়-ক্রমিক রেকর্ড করা যায়। এই রেকর্ডকে বলা হয় ERG বা ইলেক্ট্রো রেটিনোগ্রাম [৫ নং ছবি]

সম্ভবতঃ রড্ গ্রোহক-কোষ। কম দীপনে এবং বেগুনী আলো সম্পাতে সবচেয়ে বড় আকার ধারণ করে এই তরঙ্গটি। নিগেটিভ a-তরঙ্গটি, দেখা গেছে আরও স্পষ্ট হয়ে ওঠে আলোকসহা চোখে এবং লাল আলোর উপস্থিতিতে। বলা হয় কোন গ্রোহক-কোষের মধ্যে ক্রিয়া-বিক্রিয়ার এর জন্ম হয়, কারণ লাল আলোতে কোণ্ গ্রোহক-কোষের অহুত্বের মাত্রা সবচেয়ে বেশী।

অতএব দেখা যাচ্ছে, রেটিনার অবস্থানকারী-এই দু-জাতের গ্রোহক কোষই আলোক-শক্তির রূপান্তর



৫ নং চিত্র

এই রেকর্ডের আকৃতি ও প্রকৃতির পরিবর্তন ঘটে চোখে বিভিন্ন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোক সম্পাতে এবং পরিবেশ অহুত্বের চোখের খাপ খাওয়ার অবস্থার পরিবর্তনে।

যে তিনটি রেকর্ড ছবিতে দেখানো হয়েছে, তার প্রথম দুটি (A ও B) নেওয়া হয়েছে চোখকে ঘটা-খানেক অন্ধকারে রেখে, চোখসওয়া করে, তৃতীয়টি (c) আলোতে। বড় পজিটিভ b-তরঙ্গটির উৎস

ঘটার এবং এদের অহুত্বের মাত্রা বিভিন্ন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলোতে বিভিন্ন হয়। আলোক-শক্তির এই রূপান্তর তড়িৎ-শক্তির জন্ম দেয়, যা স্নায়ুর মারকৎ মস্তিষ্কের বিভিন্ন অংশে সঞ্চারিত হয়ে দর্শনের অহুত্ব জাগায়। অতএব বলা চলে—আলো, চোখ ও দর্শনের অহুত্ব জাগাবার মধ্যে যে ব্যবস্থা রয়েছে, তার সূঁ ক্রিয়া না হলে কোন কিছুই দেখা সম্ভব নয়।

সঞ্চয়ন

খাদ্য ও খাতব সম্পদের অকুরন্ত ভাণ্ডার

যেদিন মানুষ প্রথম সাগরতীরে এসে দাঁড়িয়েছিল, সেদিন থেকেই সেই অনন্ত অতল জলের তলায় কি রয়েছে, তা জানবার জন্মে সে আকুল হয়েছে, সীমাহীন সমুদ্র তার মনে বিস্ময় সৃষ্টি করেছে।

আজ হাজার হাজার বছর পরেও সেই অবাক-দৃষ্টি নিরৈক্য সমুদ্রের দিকে সে তাকিয়ে রয়েছে। উদ্ঘাটনশৈলীর মহাপ্রত্যঙ্গ সে উদ্ঘাটন করেছে—চলে গেছে দূর থেকে দূরান্তরে নিঃসীম মহাজগতে। মহাজাগতিক রশ্মির কোন কোন রহস্যেরও সন্ধানও সে করেছে। পৃথিবী থেকে আড়াই লক্ষ মাইল দূরে তাঁদের বুক সে পারে হেঁটে বেড়িয়ে এসেছে। কিন্তু মাত্র সাত মাইল নীচে সমুদ্রের তলদেশ সে আজও স্পর্শ করতে পারে নি—দেখে নি। সেই অতল জলের বাধা আজও মনে হয় যেন দুর্লভ্য।

এই দুর্লভ্য বাধা সত্ত্বেও সমুদ্রবেষ্টিত এই পৃথিবীর মানুষ সমুদ্রকে আজ অনেকখানি জানতে ও বুঝতে পেরেছে। সমুদ্রে সে সন্ধান পেরেছে অফুরন্ত অমূল্য প্রাকৃতিক সম্পদের। বিজ্ঞানীরাও আজ বলছেন—খাদ্য, খাতব পদার্থ ও তৈল সম্পদের দিক থেকে সমুদ্রই মানুষের শেষ আশ্রয় ও অবলম্বন। এই সকল সম্পদের অকুরন্ত ভাণ্ডার হচ্ছে সমুদ্র। পৃথিবীর জনসংখ্যা দ্রুত বেড়ে যাচ্ছে, তেমনি বাড়ছে শিল্প। মানুষের সুখ ও সমৃদ্ধতার জীবনযাপনের আশা-আকাঙ্ক্ষা বেড়েছে প্রচুর পরিমাণে। এই পরিস্থিতিই জীবনযাত্রার পক্ষে অপরিহার্য উপকরণের নতুন নতুন ক্ষেত্র সন্ধানের মানুষকে বাধ্য করেছে।

বিগত 2000 বছরের মধ্যে মানুষ যে পরিমাণ খাতব পদার্থ ব্যবহার করে এসেছে, আগামী 30 বছরে তার বহুগুণ বেশী খাতব পদার্থ প্রয়োজন হবে মানুষের। গত 100 বছরের মধ্যে মানুষ যে পরিমাণে শক্তিকে কাজে লাগিয়েছে, আগামী 20 বছরের মধ্যে শক্তির ব্যবহারও তার তিনগুণ বেড়ে যাবে। তবে যে হারে জনসংখ্যা বাড়ছে, তাতে দুর্ভিক্ষ ও খাদ্যাভাব থেকে বাঁচতে হলে আগামী 20 বছরের মধ্যে পৃথিবীর খাদ্যোৎপাদন শতকরা 50 ভাগ বাড়তে হবে। এই বিষয়টিই সবচেয়ে চিন্তার কারণ হয়ে দাঁড়িয়েছে। উন্নতিশীল রাষ্ট্রসমূহে অপুষ্টিজনিত সমস্যা ও বৃদ্ধকাল গুরুতর আকারে দেখা দিয়েছে। ভারত, পাকিস্তান এবং দক্ষিণ আমেরিকার কয়েকটি রাষ্ট্রে খাদ্য-উৎপাদন দিগন্ত বাড়ানো প্রয়োজন।

এই সকল জরুরী কারণেই মানুষের সম্পদ-সন্ধানী দৃষ্টি ফেরাতে হয়েছে সমুদ্রের দিকে। বিজ্ঞানীরা বলেন, সমুদ্রের উৎপাদন-শক্তি পৃথিবীর শক্তিক্ষেত্রের চেয়ে হাজার গুণ বেশী। আলুর উদ্ভাবন খাদ্যজগতে এনেছে বিপ্লব। মানুষের উপযোগী সামুদ্রিক খাদ্যের যে দিন ব্যাপক চাহ সত্ত্বব হবে, সেদিন ঐ সকলও নিয়ে আসবে নতুন দিনের ইজিত এবং খাদ্যজগতে আর একটি নতুন বিপ্লব।

সারা বিশ্বের সমুদ্রের জলে মেশানো আছে 60 লক্ষ টন সোনা। এই বিরাট সম্পদ উদ্ধারের পথ আজও উদ্ভাবিত হয় নি। কিন্তু সমুদ্রের তলায় হড়ানো রয়েছে কোটি কোটি টনের ম্যাঙ্গানিজ, নিকেল, কোবাল্ট, তামা প্রভৃতি ধাতু ও কয়লার পিণ্ড। একমাত্র লোহিত সাগরের তলায়ই রয়েছে

১২০০ কোটি টাকার প্রাকৃতিক সম্পদ। মাহুয় বর্তমানে এই সকল সম্পদ সংগ্রহের দিকে দৃষ্টি দিয়েছে।

এই সম্পর্কে বিজ্ঞানীরা বলেছেন যে, তার আগে সমুদ্রের তলার ও অপেক্ষাকৃত অল্প গভীরে মহী-সোপান বা কন্টিনেন্টাল শেল্ফ এলাকার সকল ধরার ধরন নিতে হবে। ঐ সকল সম্পদ সংগ্রহের জন্মে কারিগরী দিক থেকে যে সকল ব্যবস্থা অবলম্বন করা প্রয়োজন, সেই সকল ব্যবস্থা উদ্ভাবন ও গ্রহণ করতে হবে।

এই পৃথিবীর মাহুয় খাস-প্রখাস নিয়ে বেঁচে থাকে। এই মাহুয়ের পক্ষে বায়ুহীন শূন্যস্থান মহাকাশে বেঁচে থাকবার মত সমুদ্রের তলারও বেঁচে থাকা কঠিন। তার কারণ অনেক। একে তো সমুদ্রের উপরে আছে ভীষণ, ভয়াল সামুদ্রিক ঝড়—ডায়েকে রক্ষা পাওয়া মাহুয়ের পক্ষে কঠিন। বধন সে সমুদ্রের গভীরে ৩০০ ফুটেরও নীচে নামে, তখন প্রকৃতপক্ষে কোন কিছুই তার দৃষ্টি-গোচর হয় না, সূর্যের আলো ঐ পর্যন্ত আদৌ পৌঁছতে পারে না। আর আছে অসহ্য চাপ, প্রচণ্ড শীতলতা। তাহলেও খাস-প্রখাস গ্রহণের সাজ-সরঞ্জাম ও বহনপাতির সাহায্য নিয়ে সে সমুদ্রের গভীরে গিয়েছে। কিন্তু ঐ সকল বহনপাতির ক্ষমতা সীমিত। তাই দীর্ঘকাল সমুদ্রের তলার খাকা তার পক্ষে সম্ভব হয় নি।

সাম্প্রতিক কালে এই অবস্থার পরিবর্তন ঘটছে। সকল দেশের সহযোগিতার মাহুয় সমুদ্রজয়ের সক্ষম নিয়েছে। ভারত মহাসাগরে আন্তর্জাতিক তথ্যাহুসন্ধানী অভিযান দিয়েই এর সূত্র হয়। ১৯৬০ সালে পাঁচ বছরের জন্মে এই পরিকল্পনা গ্রহণ করা হয়েছিল। তারপর ১৯৭০-এর দশকের জন্মে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র সমুদ্র সম্পর্কে একটি দশসালী পরিকল্পনা গ্রহণের প্রস্তাব করে। ঐ দশসালী পরিকল্পনা সংক্রান্ত সকল কাজকর্ম রাষ্ট্রপত্নের শিক্কা, বিজ্ঞান ও সংস্কৃতি সংস্থার দীর্ঘমেয়াদী

সামুদ্রিক তথ্যাহুসন্ধান ও গবেষণা কার্যমতীর অন্তর্ভুক্ত হয়।

বিভিন্ন দেশের মিলিত উদ্যোগে ভারত মহাসাগরে তথ্যাহুসন্ধানী অভিযান চালাবার ফলে ঐ সমুদ্রের উপকূলবর্তী এলাকার বহু স্থানে প্রচুর সম্পদের সন্ধান পাওয়া গেছে। বর্তমানে ভারত মহাসাগর থেকে বিশ লক্ষ টন মৎস্য সংগৃহীত হয়ে থাকে। উল্লিখিত তথ্যাহুসন্ধানের ফলে এই সংগ্রহের পরিমাণ দশগুণ বাড়ানো যেতে পারে এবং বর্তমানে মাছ ধরবার যে সকল সাজসরঞ্জাম ও বহনপাতি রয়েছে, সেগুলির সাহায্যেই ঐ পরিমাণ সামুদ্রিক মৎস্য সংগ্রহ করা সম্ভব। মাছে প্রচুর পরিমাণে প্রোটিন আছে—উন্নতিশীল রাষ্ট্র-সমূহে, বিশেষ করে ভারত প্রভৃতি রাষ্ট্রে এই প্রোটিনের অভাব সামুদ্রিক মৎস্যের সাহায্যে মিটানো যেতে পারে বলে বিজ্ঞানীদের ধারণা।

আমেরিকার জাশভাল আঁকাডেমী অব সায়েন্স-এর একদল তথ্যাহুসন্ধানী বিজ্ঞানী আরব সাগর সম্পর্কে সমীক্ষা গ্রহণ করে বলেছেন, একমাত্র ঐ সাগর থেকে এক কোটি টন মাছ পাওয়া যেতে পারে। তার ফলে ঐ এলাকার মৎস্যজীবীদের মোট বার্ষিক আয় ৭৫০ কোটি টাকার গিয়ে পৌঁছতে পারে। ঐ এলাকা ঐ মাছ রপ্তানী করে ৫০০ কোটি টাকারও বেশী বৈদেশিক মুদ্রা অর্জন করতে পারে।

সম্প্রতি সমুদ্রসংলগ্ন জলাশয়ে বৈজ্ঞানিক পদ্ধতিতে মৎস্যাদি চাষের যে ব্যবস্থা হয়েছে, তা ইতিমধ্যেই বেশ জনপ্রিয় হয়ে উঠেছে। এই ব্যবস্থাকে বলা হয় আঁকোরা কালচার। ইন্দো-নেশিয়াতে ঐ সকল জলাশয়ে প্রতি বর্গমাইলে ১৩০০ টন মাছ সংগৃহীত হয়েছে। কিন্তু সমুদ্রোপকূলবর্তী এলাকার প্রতি বর্গমাইলে সেই ফলে সংগৃহীত হয়েছে মাত্র দশ টন। রাষ্ট্রপত্নের ঝাড় ও কুবি সংস্থা এই প্রসঙ্গে বলেছেন যে, পূর্ব ও দক্ষিণ এশিয়ার ১৪০০০ বর্গমাইলেরও বেশী জমিদে

জলাশয়ে পরিণত করে উল্লিখিত পদ্ধতিতে মাছের চাষ করা যেতে পারে। সমগ্র পৃথিবীর সমুদ্র থেকে যে পরিমাণ মৎস্ত সংগৃহীত হয়ে থাকে, তার সমপরিমাণ মৎস্ত ঐ সকল জলাশয় থেকে সংগৃহীত হতে পারে।

সমুদ্রে খাদ্যসম্পদের সন্ধান ও সংগ্রহ করতে যে সময় লাগবে, তার চেয়ে অনেক বেশী সময় লাগবে খাতব পদার্থ সংগ্রহ করতে। তবে সমুদ্র থেকে খাতব সম্পদ সংগ্রহের প্রয়োজনীয়তা খাদ্য-সম্পদ সংগ্রহ করবার মত জরুরী নয়। পৃথিবীর বহু গবেষণা কেন্দ্রেই সমুদ্র-বিজ্ঞানীরা নতুন নতুন পদ্ধতি ও বস্ত্রপাতি উদ্ভাবন করেছেন। মাছব যাতে সমুদ্রের দু-হাজার ফুট নীচে গিয়ে সপ্তাহের পর সপ্তাহ এবং মাসের পর মাস থাকতে পারে, তথ্যাহুসন্ধান উত্তোগী হতে পারে তারই জন্তে এই

সকল প্রচেষ্টা। সঙ্গে সঙ্গে বিশেষ এক ধরনের তথ্যাহু সন্ধানী ডুবোজাহাজ বা সাবমেরিনও তৈরি হচ্ছে। এই সকল জাহাজ সমুদ্রের 20000 ফুট নীচে পর্যন্ত বাবে। অবিকাংশ সমুদ্রেই এই পরিমাণে গভীর।

সামুদ্রিক সম্পদ সন্ধানের দিক থেকে বাছব আজ এক নতুন যুগের দ্বারপ্রান্তে এসে পৌঁচেছে। গত দশ বছর সে সমুদ্রের অফুরন্ত সম্পদ সম্পর্কে নানা কল্পনা করে এসেছে, প্রকৃত তথ্যও সংগ্রহ করেছে। সমুদ্রের বিরাট মৎস্ত-সম্পদ সংগ্রহ করে বুজুক্ষা ও অনাহার সম্পূর্ণ দূর করবার কথা, সমুদ্র-গর্ভের অফুরন্ত খাতব সম্পদ সংগ্রহের কথাও সে ভেবেছে। আজ সমুদ্র-বিজ্ঞানী ও তথ্যাহুসন্ধানীরা দীর্ঘমেয়াদী পরিকল্পনার ভিত্তিতে মিলিত উত্তোগে এই সকল স্বপ্নকে বাস্তবে পরিণত করবার জন্তে ব্রতী হয়েছেন।

স্থায়ী ফেরাইট চুম্বক

মলয় সরকার*

চুম্বকের সঙ্গে সত্যি মাছব বহুদিন ধরে পরিচিত। এর ব্যবহার চলে আসছে প্রায় খৃঃ পূঃ 600 সাল থেকে। এই বস্তুটি পেয়ে মাছব চুপ করে বসে থাকে নি। অহসজ্জিত মাছব এর গুণাগুণ পরীক্ষা করে একে কাজে লাগিয়েছে। তাঁরা জানতো যে, চুম্বক সব সময় উত্তর-দক্ষিণে মুখ করে থাকে। সে জন্তে তখনকার দিনে চুম্বক কেবলমাত্র নৌবিভাগে অর্থাৎ জাহাজেই দিক নির্ণয় করবার কাজে ব্যবহৃত হতো।

সে সময়ে এই কাজে কেবলমাত্র প্রাকৃতিক চুম্বকই ব্যবহৃত হতো। কারণ তখনও কৃত্রিম চুম্বক তৈরির কৌশল মাছবের জানা ছিল না। তখন যে প্রাকৃতিক চুম্বক ব্যবহৃত হতো, তার

নাম লোড স্টোন। এটি একটি ফেরাস ফেরাইট বৌগ। লোড স্টোন প্রথম পাওয়া যায় ম্যাগনেসিয়াতে। তাই দেশের নাম থেকে চুম্বকের নাম হলো ম্যাগনেট।

সুপ্রাচীন কাল থেকেই মাছব চুম্বকের সঙ্গে পরিচিত হলেও বহুদিন পর্যন্ত কৃত্রিম চুম্বক তৈরির কোন চেষ্টাই হয় নি। কৃত্রিম উপায়ে স্থায়ী চুম্বক তৈরির প্রথম চেষ্টা করেন উইলিয়াম গিলবার্ট। স্থায়ী চুম্বক লব্ধে তাঁর রচিত পুস্তক De Magnete প্রকাশিত হয় 1600 খৃষ্টাব্দে। 1600 খৃষ্টাব্দ পর্যন্ত লোড স্টোনই একমাত্র স্থায়ী চুম্বকের উৎস ছিল।

* রসায়ন বিভাগ, ইন্ডিয়ান ইনস্টিটিউট অব টেকনোলজী, বঙ্গলপুর।

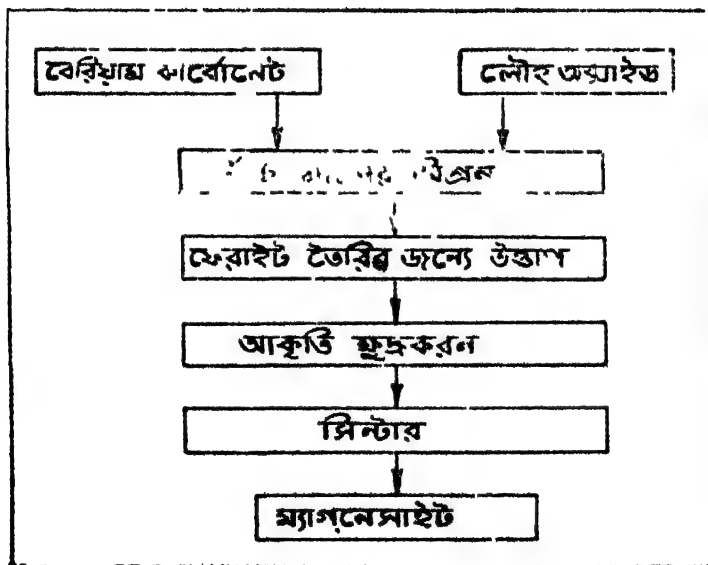
তারপৰ ১৫০ বছৰ পৰে ১৭৫০ খৃষ্টাব্দে ব্ৰিটিশ মিউজিয়ামেৰ লাইব্ৰেৰিয়ান, গোৱিন নাইট (Gowin Knight) অক্সাইড চূৰ্ণৰ পৰা স্বাভাৱিক চুম্বক তৈৰি কৰতে সক্ষম হন। সমসাময়িক কালত ব্ৰুটেন ছাড়া আৰু কোন দেশ স্বাভাৱিক চুম্বক তৈৰি কৰতে পাৰতো না। সেয়েজন্তে চুম্বক বিজ্ঞান কৰে ব্ৰুটেন প্ৰচুৰ অৰ্থোপাৰ্জন কৰিছিল।

এৰ পৰে প্ৰায় দু-শ' বছৰ এই বিষয়ে উল্লেখযোগ্য কোন আৱিষ্কাৰ হয় নি। আৰু ১৯৩৮ সালে জাপানে কাতো (Kato) ও টাকেই (Takei) নামে দু-জন বৈজ্ঞানিক কোবাল্ট কেরাইটৰ পৰা স্বাভাৱিক চুম্বক প্ৰস্তুত কৰেন। ১৯৫৪ সালে 'A Class of New Permanent Magnet Materials' নামক পত্ৰিকাৰ আনা-

$6\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{M}$ —বেরিয়াম, স্ক্ৰিনিয়াম, সীসা, অথবা এগুলিৰ মিশ্ৰণ। এই কেরাইটৰ কেলাসেৰ আকৃতি বড়ভাজেৰ মত। বেরিয়াম কেরাইট চুম্বক তৈৰিৰ উপায় ১নং চিত্ৰে দেখানো হৈছে।

এই পদ্ধতিতে বেরিয়াম কাৰ্বনেট ও কেরিক অক্সাইডেৰ বিক্ৰিয়া হ'লো নিম্নৰূপ—

$\text{BaCO}_3 + 6\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons \text{BaO} + 6\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Co}_2$ । স্ক্ৰিনিয়াম অথবা সীসা কেরাইটগুলি তাপীয় বিশ্লেষণেৰ (Thermal decomposition) দ্বাৰা প্ৰস্তুত হয়। এৰ সঙ্গে সিলিকা, লেড, সিলিকেট, বোৰাক্স, বেকোনাইট ইত্যাদি মেশানো হয়। কখনও কখনও লৌহ বোঁগেৰ পৰিমাণ কম দিলে স্কল পাওয়া যায়। কাঁচা মাৰেৰ মিশ্ৰণেৰ জন্তে ৰিবন ব্লেণ্ডাৰ (Ribbon blender), এক



১নং চিত্ৰ

ইসোট্ৰপিক (Anisotropic) বেরিয়াম কেরাইটৰ পৰা চুম্বক তৈৰিৰ কথা প্ৰকাশিত হয়। বৰ্তমানেও এই পদ্ধতিতেই স্বাভাৱিক চুম্বক তৈৰি কৰা হৈছে।

স্বাভাৱিক চুম্বকেৰ সাধাৰণ কম্পাণ্ডা হ'লো $[\text{MO}]$,

ৰান্নাৰ (Edge runner) বল মিল (Ball mills) পদ্ধতি ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

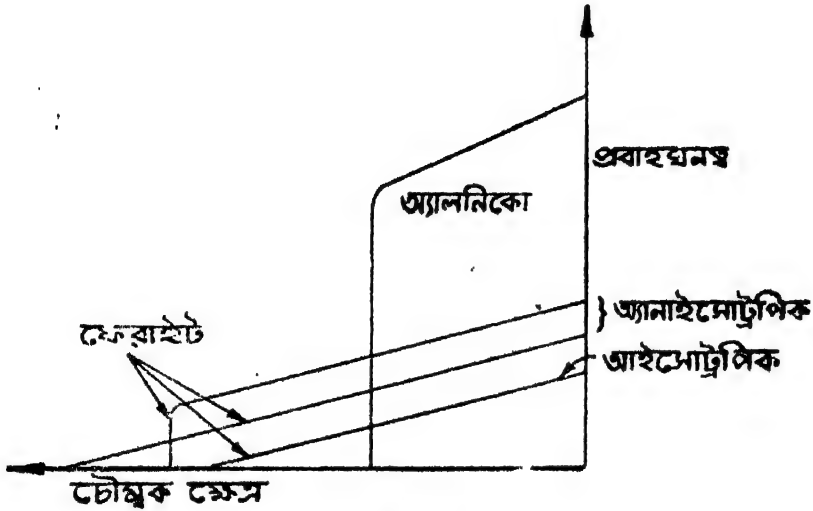
কেরাইট তৈৰিৰ তাপমাত্ৰা 100°C ৰ পৰা 1300°C হ'তে পাৰে। এই সময়ত একে ফটকী-কৰণ কৰা হয়। এৰ পৰে ফটকেৰ আকৃতি

সম্মান ও ছোট করা হয়। বল মিলস ব্যবহৃত হয়, কারণ প্রচুর পরিমাণে ফটিক তৈরির কাজে বল মিলস সাহায্য করে।

আমরা অ্যালনিকো (ALNICO) চুম্বকের কথা জানি। এই চুম্বক অ্যালুমিনিয়াম, নিকেল, ও কোবাল্ট থেকে তৈরি হয়। সে জন্তে তিনটি উপাদানের প্রথম দুটি অক্ষর নিয়ে এই চুম্বককে অ্যালনিকো (AL-NI-CO) বলা হয়। আমরা এই অ্যালনিকো চুম্বকের সঙ্গে ফেরাইটের গুণাগুণ তুলনা করতে পারি। 2নং চিত্রে দুই

সর্বোচ্চ শক্তি এনার্জি প্রোডাক্ট (Peak Energy Product) ও বিতীর্ণটির সর্বোচ্চ প্রতিরোধ ক্ষমতা (Coercive force) আছে। অ্যালনিকো চুম্বকের প্রতিরোধ ক্ষমতা ফেরাইট চুম্বকের অর্ধেক বা তারও কম। ফেরাইট চুম্বকের এই সব গুণাগুণের জন্তে আজকাল নানাভাবে এই চুম্বক ব্যবহৃত হয়।

চুম্বক আমাদের নব সভ্যতার এক বিশিষ্ট উপাদান। এর প্রয়োজনীয়তা অসংখ্য। টেলিভিশন সেট, বৈদ্যুতিক ঘাড়, লাইডলম্পীকার, ডায়নামো, ডাইরেক্ট কারেন্ট মোটর (D. C. Motor)



2নং চিত্র

সকলের অ্যানাইসোট্রপিক ফেরাইট ও এক সকলের আইসোট্রপিক ফেরাইট দেখানো হয়েছে। দুটি অ্যানাইসোট্রপিক ফেরাইটের মধ্যে একটির

প্রভৃতি নানা কাজে এই চুম্বক ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া ইলেকট্রন অপটিক্সের (Electron optics) কাজেও এই চুম্বক ব্যবহৃত হয়।

বিজ্ঞান-সংবাদ

জীবাণুরও গন্ধ শৌকবার শক্তি আছে

পশুদের বড় জীবাণুদেরও গন্ধ শৌকবার শক্তি আছে, তারাও কোন্টা তাদের খাদ্য, কোন্টা অখাদ্য বুঝতে পারে—আমেরিকার হার্ভার্ড বিশ্ব-বিদ্যালয়ের বিজ্ঞানীরা এই তথ্য আবিষ্কার করেছেন। ডাঃ স্যামুয়েল কোগেলের নেতৃত্বে এই বিষয়ে গবেষণা চালানো হয়েছিল। তিনি বলেছেন যে, সমুদ্র দূষিত হচ্ছে। সমুদ্রের মলিনতা দূর করার ব্যাপারে এই আবিষ্কার গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা গ্রহণ করতে পারে। সামুদ্রিক জীবাণু সমুদ্রকে মলিনতা থেকে মুক্ত রাখে এবং সামুদ্রিক জীবজন্তুর বিকাশের পক্ষেও সহায়ক হয়ে থাকে। সমুদ্রের কোন কোন অঞ্চলে মলিনতা বৃদ্ধির যে আশঙ্কা দেখা দিয়েছে—জীবাণুর সাহায্যে সেই আশঙ্কা দূর করা যেতে পারে।

মস্তিষ্কে শল্য-চিকিৎসার নতুন পদ্ধতি

মস্তিষ্ক ও হৃদযন্ত্রের শল্য-চিকিৎসার সময় রোগীকে ব্যস্তিক ছৎপিও ও কুসুমের সাহায্যে বাঁচিয়ে রাখা হয়। আমেরিকার হু-জন শল্য-চিকিৎসক এই যন্ত্রের সাহায্য না নিয়েই হু-জন রোগীর মস্তিষ্কের শল্য-চিকিৎসা করেছেন। এরা হু-জনই ক্যালার রোগে ভুগছিলেন। চিকিৎসকগণ রোগীর দেহকে বরফ দিয়ে ঢেকে ছৎপিওকে শীতল করেন এবং মস্তিষ্কে শীতল করেন বখেটে পরিমাণ বরফ-জল দিয়ে। তারপর ঐ স্থানে শল্য-চিকিৎসা চালানো হয়। চিকিৎসকগণ বলেছেন যে, মস্তিষ্কের কোন রকম ক্ষতি না করে ঐ পদ্ধতিতে প্রায় এক ঘণ্টা ধরে শল্য-চিকিৎসা করা সম্ভব হয়েছে, তবে রোগীকে বাঁচানো যায় নি। মস্তিষ্কের

রোগহুট স্থানে রক্ত চলাচল বন্ধ থাকে বলে ঐ স্থানটি শীতল না করে শল্য-চিকিৎসা করা সম্ভব নয়। নতুবা পাঁচ মিনিট পরেই রোগীর অবস্থার অবনতি ঘটে।

ধূমপানের সঙ্গে হৃদরোগের সম্পর্ক

আমেরিকার টেনেসী বিশ্ববিদ্যালয়ের ডাঃ টেড পি ম্যাকডোনাল্ড বলেছেন—যারা ধূমপান করে না, তাদের তুলনায়ারা ধূমপান করে, তাদের মৃত্যুর হার যে নয় গুণ বেশী—এই কথা আমরা জানি। কিন্তু কি যে তার কারণ, সেই বিষয়ে অল্পসন্ধান খুব কমই হয়েছে। তিনি এই প্রশ্নে আরও বলেন যে, রক্তপ্রবাহে অতি ক্ষুদ্র গোলাকার যে অণুচক্রিকা বা প্রোটোইন্স আছে, তাদের প্রকৃতি আঠালো। প্রাথমিক পরীক্ষার দেখা গেছে—যারা ধূমপান করে, ধোঁয়ার সংস্পর্শে এসে এই সকল পদার্থ আরও আঠালো হয়ে পড়ে। তারই কলে রক্ত হরতো জমাট বেঁধে যায়, কলে হৃদরোগের আক্রমণ হয়ে থাকে এবং ঐ রোগেরও উপসর্গ দেখা দেয়।

কুষ্ঠরোগ চিকিৎসার অগ্রগতি

সুইডেনের ডাক্তার আরমুর হানসেন 1873 সালে কুষ্ঠ ব্যাধির জীবাণুর সন্ধান পেয়েছিলেন, কিন্তু তখন পর্যন্ত গবেষণাগারে কোন কৃত্রিম উপায়ে সেই সকল জীবাণু তৈরি করা সম্ভব হয় নি। এই কথা আমেরিকার লেপ্রোসী কাউন্সিলের ডাঃ জন এইচ হ্যাংস দশ বছর আগে 1961 সালে বলেছিলেন। তাঁর এই কথা আজও ঐকমত্যে সত্য বলেও বিশেষ সীমিত ব্যবহার মধ্যে একজন ভারতীয় তরুণ চিকিৎসক

সম্প্রতি কুষ্ঠরোগের জীবাণু কৃত্রিম উপারে তৈরি করতে সক্ষম হয়েছেন। এর নাম ডাঃ বেদরেড্ডী কাণ্ডাবামী। ইনি এই বিষয়ে আমেরিকান লেপ্রোসী কাউন্সেল জল হপকিন্স বিশ্ববিদ্যালয় এবং বিশ্ব স্বাস্থ্য সংস্থার সহযোগিতায় এক বছর ধরে গবেষণা করেছেন।

ডাঃ কাণ্ডাবামী সম্প্রতি বাংলাটোরে এক সাক্ষাৎকারে তাঁর এই গবেষণা প্রসঙ্গে বলেছেন যে, কৃত্রিম উপারে এই রোগের জীবাণু তৈরি করা সম্ভব হয়েছে বলে এই রোগের প্রতিবেদক টিকা আবিষ্কারের পথও সুগম হলো। এই রোগ শ্রাবু, চোখ, হৃৎক এবং মিউকাস মেনব্রেন নষ্ট করে দেয়। পৃথিবীর প্রায় ১ কোটি ১০ লক্ষ লোক এই রোগে ভুগছে। ডাঃ কাণ্ডাবামী বর্তমানে সান্ত্রাজের একটি কুষ্ঠরোগ কেন্দ্রে নিযুক্ত রয়েছেন।

আমেরিকার জল হপকিন্স ইউনিভার্সিটি স্কুল অব হাইজিন অ্যান্ড পাবলিক হেলথ তথ্যসম্ভান কালে তিনি প্রাথমিক অবস্থায় এই রোগের লক্ষণ নির্ণয়ের পছন্দ নিরূপণ, কোন কোন কুষ্ঠ-ব্যাক্তি সংক্রামক কিনা, তা নির্ধারণ এবং নূতন ঔষধ আবিষ্কারের জন্তে চেষ্টা করেছেন। এই রোগের প্রাথমিক লক্ষণ—দেহের রোগাক্রান্ত অঙ্গ অসাড় হয়ে পড়ে।

আমেরিকার দক্ষিণাঞ্চলের রাজ্য লুইজিয়ানার প্রখ্যাত কারভিল লেপ্রোসী হাসপাতালে আয়োজিত একটি আলোচনা সভায় ডাঃ কাণ্ডাবামী বলেছিলেন যে, আমেরিকার এই রোগ চিকিৎসার বহু নূতন ঔষধপত্র বের হয়েছে। ভারতের ২৫ লক্ষ কুষ্ঠ রোগীর চিকিৎসায় এই সকল ঔষধ খুবই কাজে লাগবে এবং এই রোগ দূরীকরণের উদ্যোগে খুবই সহায়ক হবে বলেই তাঁর ধারণা। তিনি এই প্রসঙ্গে আরও বলেন যে, আমেরিকার সারা বছরে মাত্র ৪৭

জন এই রোগে আক্রান্ত হলেও এই রোগ সম্পর্কে সে দেশে যে পরিমাণে গবেষণা ও শিক্ষাদীকার ব্যবস্থা হয়ে থাকে, তার তুলনা নেই।

ভারত সরকার ভারতের কুষ্ঠরোগীদের সম্পর্কে সমীক্ষা গ্রহণের ব্যবস্থা করেছেন। জল হপকিন্স বিশ্ববিদ্যালয়ে এই বিষয়ে উন্নততর পদ্ধতি উদ্ভাবিত হয়েছে। রোগাক্রান্তদের সম্পর্কে সমীক্ষা গ্রহণের উন্নততর পদ্ধতি এই রোগ নিরূপণের পক্ষে খুবই সহায়ক হবে। প্রথম অবস্থায় বাতে এই রোগ ধরা পড়ে ও রোগীদের পৃথক করে রাখা হয়, তার ব্যবস্থা করতে হবে। রোগীরা সম্পূর্ণ অশক্ত ও অবশ হয়ে পড়বার আগেই তাদের পৃথক করে রাখলে এই রোগের সংক্রমণ প্রতিহত করা যেতে পারে।

ভারত সরকার কুষ্ঠরোগ ও রোগীদের সমীক্ষা সম্পর্কে একটি ব্যাপক কার্যসূচী গ্রহণ করেছেন। প্রতিটি বাড়ীতে গিয়ে রোগীদের খোঁজ নেওয়া হচ্ছে, চিকিৎসকদের পাঠানো হচ্ছে এবং রোগীদের নিয়মিত চিকিৎসা বাতে হতে পারে তার ব্যবস্থা করা হচ্ছে। বর্তমানে আমেরিকার এই রোগের যে সকল ঔষধপত্র বের হচ্ছে, তাতে এই রোগ সম্পূর্ণ নিরূপ করা সম্ভব হবে। ভারতে এই রোগের চিকিৎসায় সাংকোচ ব্যবহৃত হয়। এই ঔষধ খুবই কার্যকরী হয়ে থাকে এবং চিকিৎসার খরচও খুবই কম। এই রোগ সম্পর্কে সাধারণ লোকের একটা ভীষণ আতঙ্ক রয়েছে। এই রোগ খুব একটা সংক্রামক নয় এবং এর সম্পূর্ণ নিরায়ণও সম্ভব।

জল হপকিন্স ইউনিভার্সিটি স্কুল অব হাইজিন অ্যান্ড পাবলিক হেলথ আমেরিকার একটি সুবিখ্যাত চিকিৎসা প্রতিষ্ঠান। বিভিন্ন বিষয়ে গবেষণা ও শিক্ষার জন্তে ১৯৬১ সালে জল হপকিন্স ইউনিভার্সিটি সেন্টার কর মেডিকেল রিসার্চ অ্যান্ড

হেনিং নামে কলকাতার এই বিশ্ববিদ্যালয়ের অব হাইড্রিন অ্যাণ্ড পাবলিক হেলথের সহযোগি-
একটি কেন্দ্র স্থাপিত হয়েছে। ১৯৬৩ সাল থেকে তার কুষ্ঠরোগ সম্পর্কে গবেষণা ও তথ্যসংগ্রহের
এ কেন্দ্রে কলকাতার অল ইণ্ডিয়া ইনস্টিটিউট ব্যবস্থা হয়েছে।

গ্রহদের দূরত্ব বিষয়ে একটি আলোচনা

শ্রীকামিনীকুমার দে

সূর্য হইতে গ্রহদের দূরত্বের মধ্যে একটি সরল মঙ্গল, (গ্রহাণুপুঞ্জ), বৃহস্পতি, শনি, ইউরেনাস, সপ্তম পাওয়া যায়। ইহাতে ৩—এই সংখ্যার নেপচুন এবং প্লুটো। সূর্য হইতে পৃথিবীর একটি প্রত্যাব দৃষ্ট হয়। সূর্য হইতে ক্রমবর্ধমান দূরত্বকে ১০ ধরা হয়। এখন ৩ হইতে আরম্ভ দূরত্ব অনুসারে গ্রহগুলি হইল:—বুধ, শুক্র, পৃথিবী করিয়া বিজ্ঞপ্তির ছয়টি সংখ্যা দেওয়া হইল—

3 6 12 24 48 96

শুক্র হইতে ইউরেনাস পর্যন্ত গ্রহগুলির দূরত্বের জন্ম

পৃথিবীর দূরত্ব = শুক্রের দূরত্ব + ৩ অর্থাৎ শুক্রের দূরত্ব = $10 - 3 = 7$

মঙ্গলের দূরত্ব = পৃথিবীর দূরত্ব + ৬ = $10 + 6 = 16$

গ্রহাণুপুঞ্জের দূরত্ব = মঙ্গলের দূরত্ব + ১২ = $16 + 12 = 28$

বৃহস্পতির দূরত্ব = গ্রহাণুপুঞ্জের দূরত্ব + ২৪ = $28 + 24 = 52$

শনির দূরত্ব = বৃহস্পতির দূরত্ব + ৪৮ = $52 + 48 = 100$

ইউরেনাসের দূরত্ব = শনির দূরত্ব + ৯৬ = $100 + 96 = 196$

কিন্তু প্রথম গ্রহ বুধ এবং শেষ দুইটি গ্রহ নেপচুন ও প্লুটোর দূরত্বের নিকটবর্তী মান পাইতে হইলে

বুধের দূরত্ব + ৩ = শুক্রের দূরত্ব অর্থাৎ বুধের দূরত্ব = $7 - 3 = 4$

নেপচুনের দূরত্ব = ইউরেনাসের দূরত্ব + ৯৬ = $196 + 96 = 292$

আবার প্লুটোর দূরত্ব = নেপচুনের দূরত্ব + ৯৬ = $292 + 96 = 388$

এখানে বুধের জন্ম প্রথম সংখ্যা ৩ এবং নেপচুন ও প্লুটো প্রত্যেকের জন্ম শেষ সংখ্যা ৯৬ প্রয়োগ করা হইয়াছে।

সূর্য হইতে পৃথিবীর দূরত্বকে (পনেরো কোটি কিলোমিটার) গ্রহ-তারার দূরত্ব পরিমাপের একক ধরা হয়; ইহাকে জ্যোতিষীর একক বলা হয়।

উপরে যে সমস্ত দূরত্ব সংখ্যা দেওয়া হইয়াছে,

তাহাদিগকে ১০ দিরা ভাগ করিলে গ্রহদের দূরত্ব জ্যোতিষীর এককে পাওয়া যায়।

নিম্নে প্রথম সারিতে জ্যোতিষীর এককে গ্রহদের উক্ত পর্বারে প্রাপ্ত দূরত্ব, দ্বিতীয় সারিতে প্রকৃত দূরত্ব, তৃতীয় সারিতে তাহাদের তর (পৃথিবীর তরকে একক ধরিয়া) এবং চতুর্থ সারিতে গতিপথে তাহাদের বেগ (প্রতি সেকেন্ডে মাইলে) দেওয়া হইয়াছে।

গ্রহ	বুধ	শুক	পৃথিবী	মঙ্গল	গ্রহাণু- পুঞ্জ	বৃহস্পতি	শনি	ইউরেনাস	নেপচুন	প্লুটো
(প্রাপ্ত) দূরত্ব	'4	'7	1	1'6	(2'8)	5'2	10'0	19'6	29'2	38'8
প্রকৃত দূরত্ব	'387	'72	1	1'52	—	5'2	9'54	19'19	30'07	39'52
ভর	0'05	0'81	1	0'11	—	318	95'2	14'6	17'2	0'1
গতিপথে বেগ										
(প্রতি সেকেন্ডে মাইল)										
	29'7	21'7	18'5	15	—	8'1	6'0	4'2	3'4	3

বুধ হইতে ইউরেনাস পর্যন্ত প্রাপ্ত দূরত্বের সহিত প্রকৃত দূরত্বের বিশেষ পার্থক্য নাই। নেপচুন ও প্লুটোর ক্ষেত্রে পার্থক্যটা কিছু বেশী হইলেও স্থূলভাবে ধরিতে গেলে ইহা গ্রাহ্য নহে। তবে অন্তরতম গ্রহ বুধ এবং বহির্গ্রহ নেপচুন ও প্লুটোর দূরত্ব অন্তান্ত গ্রহদের নিয়মে পাওয়া যায় নাই। ইহা একটা সমস্যা বটে।

তৃতীয় সারি হইতে দেখা যায় বুধের ভর শুক্রের ভরের $\frac{1}{18}$ । এমনও তো হইতে পারে, বুধ আদিতে শুক্রের উপগ্রহ ছিল (বর্তমানে শুক্রের কোন উপগ্রহ নাই, ইহাও লক্ষ্য করিবার বিষয়), কিন্তু শুক্রের আকর্ষণ তাহাকে ধরিত্যাগিতে পারে নাই, সুর্ব তাহাকে নিজের দিকে টানিয়া লইয়াছে। অতঃপর বুধ তাহার বেগ অল্পব্যয়ী দূরত্বে থাকিয়া সুর্ব প্রদক্ষিণ করিতে কোন বাধা নাই। (দূরের গ্রহের বেগ কম, কাছের গ্রহের বেগ বেশী, চতুর্থ সারি দ্রষ্টব্য) এলিফ জ্যোতির্বিজ্ঞানী লিটলটনের মতে প্লুটো এক সময়ে নেপচুনের উপগ্রহ ছিল। নেপচুনের ভর প্লুটোর ভরের অন্ততঃ 170 গুণ। প্লুটোর কক্ষের উৎকেন্দ্রিকতা অত্যধিক। সুর্বের নিকটতম অবস্থানে আসিলে ইহা নেপচুনের কক্ষের ভিতরই ঢুকিয়া পড়ে। তখন ইহা সুর্ব হইতে 29 একক দূরে আর দূরতম অবস্থানে সুর্ব হইতে অন্ততঃ 40 একক দূরে। এই সমস্ত কারণে ধনে হয়, প্লুটো নেপচুনের উপগ্রহ ছিল। নেপচুনের আকর্ষণ প্লুটোকে ধরিত্যাগিতে পারে নাই, কিন্তু ইহা সুর্বের প্রবল আকর্ষণের

হাত এড়াইতে পারে নাই, তাই সুর্বের আকর্ষণে বাধা পড়িয়া সুর্বকে প্রদক্ষিণ করিতেছে। এখানে প্রশ্ন উঠিতে পারে—বুধ যেমন শুক্র হইতে সুর্বের নিকটতর, প্লুটো সে রকম নেপচুন হইতে নিকটতর হইল না কেন? তদুত্তরে বলা যায়, প্লুটো যখন নেপচুনের উপগ্রহ ছিল, তখন ইহা গ্রহকে পূর্ব হইতে পশ্চিমাভিমুখে প্রদক্ষিণ করিত। (সাধারণতঃ উপগ্রহ এবং গ্রহদের গতি পশ্চিম হইতে পূর্বাভিমুখে, কিন্তু নেপচুনের যে দুইটি উপগ্রহ আছে, তাহাদের বড়টি পূর্ব হইতে পশ্চিমাভিমুখে গ্রহ প্রদক্ষিণ করে)। তাহা হইলে প্লুটোর লক্ষি বেগ ইউরেনাসের বেগ অপেক্ষা কম হয় এবং এই কারণে ইহা নেপচুন হইতে দূরবর্তী গ্রহে পরিণত হইয়াছে। তাহা যেন হইল; কিন্তু ইউরেনাসের পরবর্তী গ্রহ নেপচুনের দূরত্বে যে ব্যতিক্রম, তাহার কোন সমাধান আমরা পাই না। উপরে প্রদত্ত তৃতীয় সারিতে দেখা যায়, ইউরেনাস, নেপচুন ও প্লুটোর ভর যথাক্রমে 95'2, 17'2 এবং 0'1; ইহাদের ভরের সমষ্টি 31'9। পূর্ববর্তী গ্রহ শনির ভর 95'2। এই ভরের মধ্যেই হয়তো কোনরহস্য নিহিত আছে। আদিতে এই তিনটি গ্রহই কি 19'6 দূরত্বে এক ছিল? প্রথমে ইউরেনাস ও নেপচুন এবং তাহাদের উপগ্রহের উদ্ভব হয়, তারপর নেপচুনের উপগ্রহ প্লুটো বিচ্ছিন্ন হইয়া গ্রহে পরিণত হয়। ইহাও লক্ষণীয় যে, ইউরেনাস এবং নেপচুনের গর্তন-উপাধান একই, প্রধানতঃ জল, মিথেন এবং অ্যামোনিয়া।

জার্মেনীর বার্লিনে শিক্ষাগ্রহণ করেন। বার্লিনে তিনি বৈজ্ঞানিক বয়সিকতার ডিপ্লোমা ও পরে ডক্টরেট ডিগ্রী লাভ করেন। তিনি প্রথমে জার্মান রিসার্চ অ্যাসোসিয়েশনে সহকারী গবেষক ও তারপর সীমেল অ্যাণ্ড হালস্‌স-এ গবেষক ইঞ্জিনিয়ারশিপে গবেষণা করেন।

সে সময় বার্লিন ছিল তরুণ বিজ্ঞানীদের কাছে তীর্থক্ষেত্ররূপ। গ্যাবর সেখানে আইনস্টাইন, প্রাক, জোরেভিয়ার, কন লাউয়ে প্রমুখ মহা-রশ্মিদের বক্তৃতা শোনবার সুযোগ পান। উচ্চ শক্তিসম্পন্ন ক্যামেরাও রশ্মির অসিলোগ্রাফ সম্পর্কে গ্যাবর প্রথমে গবেষণা শুরু করেন। তিনি একেত্রে যে সব নতুন নতুন জিনিষ উদ্ভাবন করেন, তার কয়েকটি বেশ কিছুকাল আদর্শস্থানীয় বলে চলেছিল। সীমেল-এ থাকাকালে তিনি গ্যাসের যোজন সম্পর্কে গবেষণা করেন এবং গ্যাস যোজনের তত্ত্ব ও প্রাজ্ঞা সম্পর্কে বিশেষ আগ্রহী হয়ে ওঠেন। ২০ বছর পরে ইম্পিরিয়াল কলেজে তিনি কোন কোন প্রাজ্ঞা অবস্থার ইলেকট্রনগুলির মধ্যে পারস্পরিক ক্রিয়া-বিক্রিয়ার এক বাণ্য দিতে সক্ষম হন।

১৯৩৩ সালে নার্নবার্গ ক্ষমতার আদ্যবার সঙ্গে সঙ্গে ডক্টর গ্যাবর জার্মেনী ছেড়ে হাঙ্গেরীতে চলে আসেন এবং পরের বছর বুটেনে এনে ব্রিটিশ টমলন হিউস্টন প্রতিষ্ঠানে গবেষক-ইঞ্জিনিয়ার হিসাবে যোগদান করেন। এখানে তিনি গ্যাস-যোজন সম্পর্কে গবেষণা চালিয়ে যান এবং দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধ শেষ হবার পর ইলেকট্রন অপ্টিক্স বয়স সম্পর্কে গবেষণা করার সময় হোলোগ্রাফীর পদ্ধতি উদ্ভাবন করেন। সে সময় এই পদ্ধতি ‘তরঙ্গের পুনর্নির্মাণ’ (Wave front reconstruction) রচিত ছিল।

সালে ডক্টর গ্যাবর লণ্ডন বিশ্ববিদ্যালয়ের ‘রয়ে ইলেকট্রনিক্সের বিষয়ে দীর্ঘ ১৪ সালে তিনি কলিত ইলেক-

ট্রনিক পদার্থবিজ্ঞান অধ্যাপক হন এবং ১৯৬৭ সালে এই পদ থেকে অবসর গ্রহণ করেন। বর্তমানে তিনি ইম্পিরিয়াল কলেজের এমেরিটাস অধ্যাপক এবং অন্ততম সিনিয়র রিসার্চ স্কোলা।

পদার্থ-বিজ্ঞানে গুরুত্বপূর্ণ অবদানের জন্যে ডক্টর গ্যাবর দেশ-বিদেশের বহু সম্মান ও পদক লাভ করেছেন। তিনি হাঙ্গেরীয় অ্যাকাডেমি অফ সায়েন্স-এর সম্মানীয় সদস্য, লণ্ডনের রয়েল সোসাইটির স্কোলা এবং সি. বি. ই। তিনি একজন সমাজ-সচেতন লেখকও। ‘Inventing the future’ নামে তাঁর গ্রন্থখানি বিজ্ঞানী মহলে বিশেষ সমাদর লাভ করেছে। এছাড়া ‘The Electron microscope’ এবং সম্প্রতি (১৯৭০) ‘Innovation: Scientific, Technological and Social’ নামে তাঁর দুখানি গ্রন্থ প্রকাশিত হয়েছে এবং প্রায় ১০০টি গবেষণা-নিবন্ধের তিনি রচয়িতা।

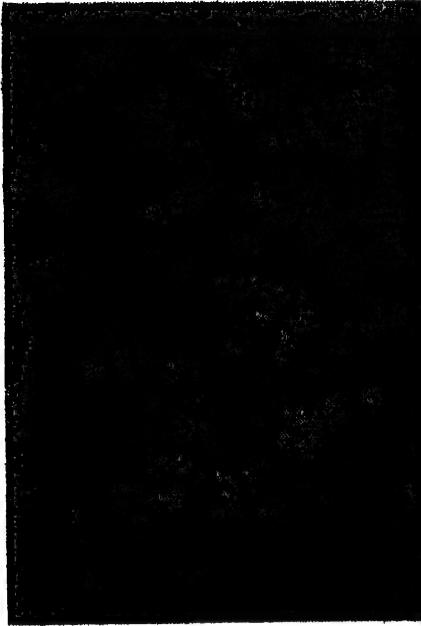
শারীরতত্ত্ব ও তেজ-বিজ্ঞান

এবছর (১৯৭১) শারীরতত্ত্ব ও তেজ-বিজ্ঞানে নোবেল পুরস্কার পেয়েছেন মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের জ্যাগারবিল্ট বিশ্ববিদ্যালয়ের শারীর-বিজ্ঞানী ডক্টর আর্ল উইলবার সাধারণল্যাণ্ড (জুনিয়র) [নভেম্বর ’৭১ সংখ্যার এই সংবাদ প্রকাশিত হয়েছে]। শারীরতত্ত্বে যে অবদানের স্বীকৃতিতে সাধারণ ল্যাণ্ডকে পুরস্কার দেওয়া হয়েছে, তার উল্লেখ করে স্টকহোমের কারোলিনস্কা মেডিকেল ইনস্টিটিউট বলেছেন—য প্রক্রিয়ার বিভিন্ন হর্যোন দেহের মধ্যে তাদের গুরুত্বপূর্ণ কাজ সম্পাদন করে থাকে, তা এতদিন রহস্যময় ছিল। ডক্টর সাধারণল্যাণ্ডের গবেষণার কলে তাদের অনেকগুলির সাধারণ কার্যপ্রণালী আজ আমরা উপলব্ধি করতে পেরেছি।

২৫ বছর আগে সাধারণল্যাণ্ড যখন এই বিষয়ে গবেষণা শুরু করেন, তখন তিনি কোন যোগ-বিশেষ নিরানয় বা প্রতিরোধ করার, অথবা বাহ্য

উন্নতির কোন নতুন পদ্ধতি উদ্ভাবনের বিশেষ উদ্দেশ্য নিয়ে কাজ আরম্ভ করেন নি। 1946-47 সালে ওয়াশিংটন বিশ্ববিদ্যালয়ে গবেষক হিসাবে কাজ করার সময় তিনি নিছক কৌতূহলবশে হরমোন সংক্রান্ত অল্পসম্মানে ব্যাপৃত হন।

আমরা জানি, হরমোন বা অন্তঃপ্রাবী রস হচ্ছে বিশেষ ধরনের রাসায়নিক পদার্থ। প্রাণিদেহের মধ্যে থাইরয়েড, পিটুইটারি ইত্যাদি অন্তঃপ্রাবী



ডক্টর অর্গ ভার্লিউ সাধারণল্যাণ্ড

এছি থেকে বিশেষ বিশেষ হরমোন নিঃসৃত হয়ে থাকে। দেহের প্রতিটি কোষের বিপাকীয় কার্য-কলাপে বিভিন্ন হরমোনের প্রভাব অপরিহার্য। কোন কোষ কিতাবে কাজ করবে ও কতটা কাজ করবে, তা নিয়ন্ত্রণ করে হরমোন। বিভিন্ন অন্তঃপ্রাবী এছি থেকে প্রয়োজন অল্পসম্মানে তারা নিঃসৃত হয় ও তারপর স্তকে এসে বেশে। এরপর স্তকের মধ্য দিয়ে শরীরের বিভিন্ন অংশে বাহিত হয় ও সেই সমস্ত অংশের বর্ধাব

কাজ করার নিয়ন্ত্রক হিসাবে তারা ভূমিকা গ্রহণ করে।

1956 পর্বত বিজ্ঞানীরা বিখ্যাস করতেন, প্রয়োজন অল্পসম্মানে হরমোন সরাসরি কোষে গিয়ে উপস্থিত হয় এবং প্রত্যক্ষভাবে তার বাবতীর রাসায়নিক কাজকর্ম নিয়ন্ত্রণ করে। কিন্তু এই বছর সাধারণল্যাণ্ড বক্ততের কোষকলার সম্পূর্ণ নতুন এক ধরনের রাসায়নিক বোগ আবিষ্কার করেন। তিনি এই বোগের নাম দেন সাইক্লিক অ্যাডিনো-সাইন মনোকসকেট (Adenosine monophosphate) বা সংক্ষেপে সাইক্লিক এ-এম-পি (Cyclic a m p)। আগে ধারণা ছিল, হরমোনই প্রত্যক্ষভাবে কোষের কার্যকলাপ নিয়ন্ত্রণ করে। সাধারণল্যাণ্ড তাঁর ব্যাপক অল্পসম্মানের পর জানানেন, সাইক্লিক এ-এম-পি-ই কোষের বাব-তীর কাজকর্ম নিয়ন্ত্রণ করে। কোষ কখনও তার পরিমাণ বাড়ায়, কখনও বা কমিয়ে দেয়। তিনি পরীক্ষা করে দেখানেন, যখন কেউ উত্তেজিত হয়, তখন তার অ্যাড্রিনাল এছি থেকে নিঃসৃত হয় অ্যাড্রিনেলিন হরমোন এবং তার বলে সেই লোকটির হৃদস্পন্দন বেড়ে যায়। পরে আরও দেখা গেল, অ্যাড্রিনেলিন হৃদপিণ্ডের পেশী কোষে সাইক্লিক এ-এম-পি-র মাঝে বাড়িয়ে দিয়েছে এবং এই বস্তুটিই পেশীর কাজ করার কমতা বাড়িয়েছে।

সাধারণল্যাণ্ডের এই আবিষ্কার সম্পর্কে চিকিৎ-সক সমাজ এখনে সংশয় প্রকাশ করে বিরূপ সমালোচনা করেন। এর পরের দশ বছর সাধারণল্যাণ্ড এই বিষয়ে বহু পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালান। 1960 সালের পর পৃথিবীর সর্বত্র সাইক্লিক এ-এম-পি-কে কেন্দ্র করে ব্যাপক অল্পসম্মান চলে এবং সাধারণল্যাণ্ডের আবিষ্কারের গুরুত্ব স্বীকৃত হয়। বস্তুতঃ সাধারণল্যাণ্ডের আবিষ্কার জীবনের দ্বারা অল্পসম্মানে একটি বড় রকমের অগ্রগতি বলে স্বীকৃত হয়েছে। অল্পসম্মানে

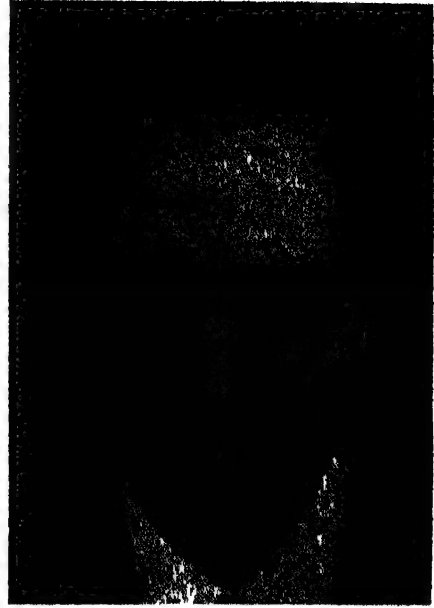
দু-হাজারের মত বিজ্ঞানী এই বিষয়ে গবেষণা চালিয়েছেন।

জার্মান, কিন্তু বর্তমানে ক্যানাডার নাগরিক। ক্যানাডাবাসীদের মধ্যে তিনিই এই সর্বপ্রথম

ডক্টর সাধারণল্যাণ্ডের উদ্ভাবিত তত্ত্ব ভবিষ্যতে নানা সম্ভাবনার পথ খুলে দিতে পারে। এর কলে বহুমুখ, কলেরা—এমন কি, ক্যান্সার নিরাময়ে এবং নানা ব্যাধির চিকিৎসায় নতুন ভেদজ তৈরি হতে পারে। ডক্টর সাধারণল্যাণ্ড নিজে ভবিষ্যদ্বাণী করেছেন—এই গবেষণার ধারা থেকে উপজাত হিসাবে চিকিৎসা-বিজ্ঞানের এক নতুন অথবা উন্নত পদ্ধতি গড়ে উঠবে, এমন আশা করা অবাস্তব নয় বলে মনে হয়।

রসায়ন

রসায়ন শাস্ত্রে এবছর (১৯৭১) এমন একজন বিজ্ঞানীকে নোবেল পুরস্কার দেওয়া হয়েছে, যিনি রসায়ন ও পদার্থ-বিজ্ঞান উভয় ক্ষেত্রে তাঁর গুরুত্বপূর্ণ গবেষণার অবদানে সম্মত করেছেন। তিনি হচ্ছেন ক্যানাডার জাতীয় গবেষণা সংস্থার (National Research Council) ডক্টর গেরহার্ড হার্জবার্গ (Gerhard Herzberg)। অগুনত্নের বিশেষত্ব: মুক্ত উপাত্ত ইলেকট্রনিক গঠন-বৈশিষ্ট্য ও জ্যামিতি সম্পর্কে তাঁর গুরুত্বপূর্ণ অবদানের জন্যে তাঁকে বিজ্ঞান-জগতের সর্বোচ্চ সম্মানে ভূষিত করা হয়েছে। ডক্টর হার্জবার্গ জন্মগ্রহণ



ডক্টর গেরহার্ড হার্জবার্গ

নোবেল পুরস্কার পেলেন। (ডক্টর হার্জবার্গের কাজের বিস্তৃত আলোচনা পরে প্রকাশিত হবে।)

—রবীন বন্দ্যোপাধ্যায়

কৃষি-সংবাদ

সিঁড়ি করলা

করলা বললেই যে তিক্ত সজীটির কথা মনে পড়ে, শুজরাটের জুনাগড় জেলার উৎপন্ন হোট করলাগুলি কিন্তু তার ব্যতিক্রম। এই জাতের করলার খাদ্য ঘোটেই তিক্ত নয় বরং অত্যন্ত সুস্বাদু। সাধারণতঃ সেচযুক্ত জমির প্রান্তদেশে এগুলি জন্মানো হয়।

প্রায় সব ধরনের জমিতেই এই জাতের করলার চাষ করা যেতে পারে। তবে বালুকাময় দোআঁশ কিংবা পলিদোআঁশ মাটিতে এর ফলন খুব বেশী হয়। এর বীজগুলি পাতলা, ছোট আকৃতির ও হলদেটে সাদা রঙের হয়। কেন্দ্রারীর শেষের দিকে বীজ পোঁতবার মাস ঝানেকের মধ্যেই এই করলার কচি লতার ফুল এসে বার ও তার আরও পনের দিন পরেই ছোট ছোট করলা ধরতে আরম্ভ করে। লতার বাড় ঠিকমত হবার জন্তে সপ্তাহে দু-বার করে জল দেওয়া ও মাটার ভিতর দিয়ে পর্যাপ্তভাবে হাওয়া চলাচলের ব্যবস্থা রাখা দরকার। প্রায় ও বর্ষাকাল এই করলার পক্ষে অল্পকাল সময়।

সুদে করলার লতার সতেজ ডাঁটাগুলি বখন ছোট ছোট সবুজ পাতা, হলুদ ফুল ও কচি কচি করলার তরে ওঠে, তা দেখতে খুব ভাল লাগে। আকারে এই জাতের করলা গোল হয় এবং এগুলির সাদাটে সবুজ রঙের পাতলা খোসার উপরে মাঝে মাঝে সাদা রঙের ছোপ থাকে। করলাগুলির প্রত্যেকটির ওজন সাধারণতঃ আট থেকে দশ গ্রাম পর্যন্ত হয়ে থাকে। তরকারীতে জুগছের জন্তে প্রায়ই এগুলির ব্যবহার করা হয়।

মতেবর মাস পর্যন্ত এই লতাগাছে নিরন্তর ফল ধরে। কচি ও কোমল থাকা অবস্থায় তিন দিন অন্তর ফল তোলা হয়। পাকা অবস্থায় এগুলির

রং সাদাটে সবুজ থেকে হলদেটে জাকরানীতে বদলে বার, ডাঁটাগুলি লালচে হয়ে বার ও বীজ-গুলি ক্রমে পরিণত হয়ে ওঠে।

খাদ্যমূল্যের দিক দিয়েও এই করলা বিশেষ সমৃদ্ধ। এগুলিতে প্রচুর পরিমাণে লৌহ এবং এ, বি ও সি ভিটামিন থাকে। মাধনে রাখা করা হলে এর ক্যালোরির পরিমাণও খুব বেড়ে যায় এছাড়া বহুমূল্য ও বাতরোগের পক্ষে এগুলি বিশেষ উপকারী।

[ভারতীয় কৃষি অহুসন্ধান পরিষদ, (কৃষি-ভবন), নতুন দিল্লী কর্তৃক প্রকাশিত]

উদ্ভিদের বৃদ্ধি দ্বারা দ্রবীভূত করবার নূতন পদ্ধতি

উদ্ভিদের বিকাশ ও বৃদ্ধি দ্বারা দ্রবীভূত করবার একটি নূতন পদ্ধতি উদ্ভাবিত হয়েছে। সফর জাতীয় উদ্ভিদ উৎপাদন ও তার বৃদ্ধিতে বর্তমানে যে সময় লাগে, তার অনেক কম সময়েই এই কৃত্রিম উপায়ে তাদের বৃদ্ধি ও বিকাশ ঘটানো যাবে।

আমেরিকার অ্যারিজোনার কৃষি গবেষণা কেন্দ্রের জেনিটিসিস্ট রবার্ট জি. ম্যাকড্যানিয়েল এই বিষয়ে পরীক্ষা-নিরীক্ষার ব্যাপারে যাকিন কৃষি গবেষণা কৃত্যকের সহযোগিতা করছেন।

তিনি এই প্রসঙ্গে বলেছেন—এই নূতন প্রক্রিয়ার নাম মাইটোকন্ড্রিয়াল কন্ট্রোলিং সিস্টেম সংক্ষেপে এম. সি.। কয়েক প্রকার উদ্ভিদ বেছে নিয়ে তাদের মধ্যে পরাগ-সংযোগ ঘটিয়ে সফর জাতীয় উদ্ভিদ দ্রবীভূত করবার পর এই সকল নূতন চারা কি রকম শক্ত-সমর্থ হবে, কি রকম ফলনশীল হবে—ইত্যাদি বিষয় এই প্রক্রিয়ার প্রাচীনা বাধে।

বধোপযুক্ত পরিমাণে এম. সি. ব্যবহার করে পাঁচ বছরের স্থলে দু-বছরের মধ্যেই ঐ সকল স্কর জাতীয় উদ্ভিদের বিকাশ ও বৃদ্ধি ঘটানো যাবে।

তিনি এই বিষয়টি ব্যাখ্যা করে বলেন যে, গবেষণাগারের মাঠে সাধারণতঃ বিভিন্ন উদ্ভিদের মধ্যে কৃত্রিম উপায়ে বিপরীত পরাগ-সংযোগ ঘটানো হয় অর্থাৎ ক্রস-পলিনেশনের দ্বারা স্কর জাতীয় উদ্ভিদ উৎপাদন করা হয়। ঐ গাছ বড় হবার জন্তে অপেক্ষা করতে হয়, তারপর সেই স্কর জাতীয় গাছে ফল ধরে এবং বীজ হয়। সেই নতুন বীজের চারা আবার রোপণ করা হয়। ঐ সকল নতুন গাছের বৃদ্ধির সময় কসল উৎপাদনের ক্ষমতা ও অভ্যন্তরীণ গুণাগুণ পরীক্ষা করে দেখা হয়। বহু পরীক্ষা-নিরীক্ষার পর সম্ভাব্যজনক বলে বিবেচিত হলে বহু প্রকার স্করজাতীয় গাছের মধ্যে মাত্র কয়েকটি বেছে নেওয়া হয়। এভাবে শক্তিশালী এবং অতি উচ্চ ফলনশীল উদ্ভিদ সৃষ্টি করা সময়সাপেক্ষ ব্যাপার।

নব-উদ্ভাবিত মাইটোকন্ড্রিয়াল কমপ্লিমেন্টেশন প্রক্রিয়ার বহু প্রকার স্করজাতীয় উদ্ভিদের মধ্যে ভবিষ্যতে কোন্ কোন্টি শক্তিশালী এবং উচ্চ ফলনশীল উদ্ভিদে পরিণত হবে, তা চারা অবস্থায়ই জানা যায়। কালে সময় সংকেপ হয়। তবে তিনি এই প্রসঙ্গে আরও বলেছেন যে, সকল উদ্ভিদকে জৈব রাসায়নিক প্রক্রিয়ার পরীক্ষা করে দেখা হয়। তাদের মধ্যে কোন্ কোন্টি ভবিষ্যতে উচ্চ ফলনশীল হবে, তার আভাস পাওয়া গেলে তাদের মাঠে রোপণ করে গুণাগুণ পরীক্ষা করে দেখবার প্রয়োজন হয়ে থাকে।

ভট্টর ম্যাকড্যানিয়েলের ধারণা—কেবল মাত্র কসল উৎপাদনের ক্ষেত্রেই নয়, পশু-প্রজননের ক্ষেত্রেও এই এম. সি. পরীক্ষা-পদ্ধতি এক নব-দিগন্তের সন্ধান দিবে।

প্রচণ্ড শীত থেকে শাকসব্জী ও ফসল রক্ষার অভিনব উপাদান

প্রচণ্ড শীত থেকে শাক ও শাকসব্জী রক্ষা করবার একটি অভিনব উপাদান মার্কিন কৃষি-বিজ্ঞানীরা উদ্ভাবন করেছেন। তারা প্রথমে প্রচণ্ড শীতের কবল থেকে শাকসব্জী ও ফসলকে কাপড়, কাগজ অথবা প্রাটিকের আবরণ দিয়ে ঢেকে রক্ষা করবার চেষ্টা করেছেন, কিন্তু কৃতকার্য হন নি। তারপর টেক্সাসের ওয়েসলাকোর কৃষি-গবেষণা কৃত্যকের বিজ্ঞানীরা এই অভিনব ইনসুলেটিং বা তাপ প্রতি-রোধক উপাদানটি আবিষ্কার করেছেন। চারা গাছের গোড়ার মাটির সজ্জিত তাপমাত্রা অক্ষুর রাধবার উপায় উদ্ভাবনই ছিল তাঁদের প্রথম লক্ষ্য। তার পর ঐ উপাদানটি বাতে সস্তা হয়, সে দিকেও তাঁরা দৃষ্টি রেখেছেন। রাতে বখন ঠাণ্ডা ও বরফ পড়বে, তখন ঐ উপাদান গাছপালাকে ঢেকে রাখবে এবং সকাল বেলায় সূর্যের আলোর সেই উপা-দানের আবরণ আর থাকবে না। ঐ বস্তুটি গাছ-পালার উপর ছড়িয়ে দেবার জন্তে বহুস্তর বহন-যোগ্য সস্তা একটি জেনারেটর অর্থাৎ বিদ্যুৎ-শক্তি উৎপাদক যন্ত্রের প্রয়োজন।

মিঃ মার্টিন ডি. হেলম্যান ও জন এক. বার্থোলিক—এই দু-জন বিজ্ঞানী রেটজোলেট আর ৩০, ফ্রোরোনিক এক-৬৪ এবং জিলেটিন ও জল মিশিয়ে এই অভিনব উপাদান তৈরি করেছেন। এটি কোন বিষাক্ত পদার্থ নয়। এতে মাটিরও কোন ক্ষতি হয় না। এই উপাদান গাছপালার উপর ছড়িয়ে দেবার পর দেখা গেছে, এর আবরণের মধ্যর তাপমাত্রা, বাইরের তাপমাত্রার তুলনায় ২২ ডিগ্রী কারেনহাইট বেশী থাকে। গরম জলের সঙ্গে এই সকল পদার্থ মেশালে কেনা হয়। সেই কেনাই গাছপালার উপর যন্ত্রের সাহায্যে ছড়িয়ে দেওয়া হয়। খাল কেটে গাছ লাগিয়ে ব্যবহার করলে ঐ সব উপাদান অনেক কম লাগে।

কীট-পতঙ্গের সাহায্যে আগাছা ধ্বংসের অভিযান পদ্ধতি

খাল-বিল, নদী-নালায় অনেক রকম আগাছা জন্মায়। এই সকল আগাছা নৌকা বা অস্ত্রাশ্রয় বান চলাচলের পথে বাধা সৃষ্টি করে, শস্তেরও ক্ষতি করে। ডেবজ দ্রব্যের সাহায্যে এদের নির্মূল করা যায়। কিন্তু তাতে জল দূষিত হয়ে থাকে।

অনেক রকম পোকামাকড় এই সকল আগাছা খেয়ে বেঁচে থাকে। বিজ্ঞানীরা বলছেন যে, এই সকল কীট-পতঙ্গের চাষ করে বিপুল পরিমাণে সেগুলিকে ঐ সকল আগাছার উপর ছেড়ে দিয়ে এদের নির্মূল করা যেতে পারে।

ইউরেশিয়াম মিল কয়েল নামক এক প্রকার আগাছা আমেরিকায় সমস্তা হয়ে দেখা দিয়েছে। প্যারাপোনিক্স নামে এক প্রকার কীটের চাষ করে এই সমস্তা সমাধান করা যায় কি না, সে বিষয়ে আমেরিকায় কীট-বিজ্ঞানীরা পরীক্ষা করে দেখছেন। তাঁরা জানিয়েছেন যে, যে সকল জলজ গাছপালা মাছের বিশেষ কাজে লাগে—ঐ কীট যে তাদের কোন ক্ষতি লাঘন করে না, তা বিশেষভাবে প্রমাণিত হলেই আগাছা নির্মূল করবার ব্যাপারে এদের সাহায্য নেওয়া হবে।

লঙ্করজাতীয় সূর্যমুখী ফুলের বীজ

সূর্যমুখী ফুলের বীজ থেকে তৈল উৎপাদন করা হয় এবং সরাসরি তৈলের পরেই সূর্যমুখী বীজের তৈলের চাহিদা আছে।

আমেরিকায় তিন-চার রকমের সূর্যমুখী ফুলের গাছ আছে। বিভিন্ন জাতীয় ফুলের মধ্যে পরাগ সংযোগ ঘটিয়ে মার্কিন কৃষি গবেষণা কৃত্যকের বিজ্ঞানীরা এক প্রকার বর্ণসজ্জা সূর্যমুখী

গাছ উৎপাদনের চেষ্টা করছেন এবং উভয় মূলে এল. কিনসম্যান এই ব্যাপারে কৃতকার্যও হয়েছেন। তিনি বলেছেন, বর্তমানে ঐ সকল লঙ্করজাতীয় সূর্যমুখীর বীজ ছুটা ও সরগমের মত চাষ করা যাবে এবং প্রচুর সূর্যমুখীর বীজ পাওয়া যাবে।

গবাদি পশুর রোগ ‘লেপটোস্পাইরা’র টিকা আবিষ্কার

লেপটোস্পাইরা (Leptospira) নামে এক প্রকার রোগ হরিণ, শেয়াল, ইঁদুর, রেকুন প্রভৃতি নানা জাতীয় বন্যজন্তুর মধ্যে দেখা যায়। এই রোগ জল ও খাদ্যবস্তুর মাধ্যমে গৃহপালিত জীবজন্তু, বিশেষ করে গবাদি পশু এবং মানুষের মধ্যেও সংক্রামিত হয়ে থাকে। ঐ সকল জীব-জন্তুর প্রস্রাবের মাধ্যমেই ঐ রোগের জীবাণু বাহিত হয়। অগ্নিমান্দ্য এবং জ্বর এই রোগের প্রধান লক্ষণ। ঐ রোগে আক্রান্ত গবাদি পশুর দুগ্ধ হ্রাস পায় এবং গর্ভপ্রাব হয়। তরুণ প্রাণীদের বৃদ্ধি হয় না এবং ঐ রোগ কোন কোন সময়ে মারাত্মক হয়ে থাকে।

আমেরিকায় আইওয়া রাজ্যের আমেসের পশু রোগ সংক্রান্ত গবেষণাগারে এই রোগের টিকা আবিষ্কৃত হয়েছে। এই টিকা ব্যবহার করে গবাদি পশু, শূকর প্রভৃতি গৃহপালিত জন্তুর ক্ষেত্রে বিশেষ সুরক্ষা পাওয়া গেছে। যে সকল জন্তুদের টিকা দেওয়া হয়েছে, তাদের মৃত্যুশয় আক্রান্ত হয় নি এবং অস্ত্রাশ্রয় রোগের লক্ষণও দেখা যায় নি।

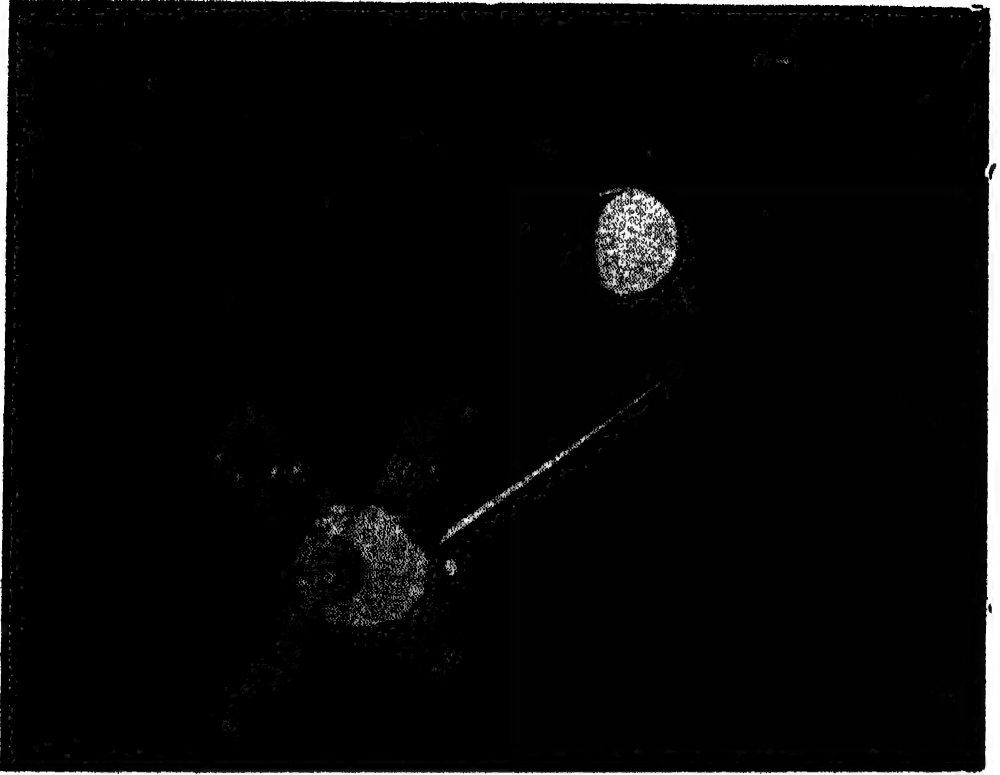
এই রোগের নিদান ও চিকিৎসা করা খুবই কঠিন। বাইরে থেকে রোগের লক্ষণ দেখা না গেলেও পশুর দেহে ঐ রোগের বীজাণু থাকতে পারে এবং অস্ত্রাশ্রয় পশু ঐ রোগের বীজাণুর দ্বারা আক্রান্ত হতে পারে।

কিশোর বিজ্ঞানীর
দপ্তর

জ্ঞান ও বিজ্ঞান

ডিসেম্বর — 1971

চতুর্বিংশ বর্ষ — দ্বাদশ সংখ্যা



ছবিতে দেখা যাচ্ছে, ইউ. এস. এ-র স্পেসক্র্যাফট মেরিনার-৯ মঙ্গলগ্রহ পরিভ্রমার
অন্তে তার দিকে অগ্রসর হচ্ছে। মেরিনার-৯ মঙ্গলগ্রহের পৃষ্ঠদেশের ৭০ শতাংশেরও বেশী
জায়গার টেলিভিসন-ছবি তুলবে। তাছাড়া তাপমাত্রা, গঠন-উপাদান ও চতুর্দিকের বায়ুমণ্ডলের
চাপ প্রভৃতি বিষয়েও তথ্য সংগৃহীত হবে। ছবিতে ডিমোস (বাইরের বলয়) ও কোবোস
(ছোট বলয়) নামক মঙ্গলগ্রহ-পরিভ্রমার উপগ্রহ দুটিকে দেখা যাচ্ছে। ১৯৭১ সালের
৩০শে মে কেপ কেনেডি থেকে মেরিনার-৯ মঙ্গলগ্রহ অভিযানে উৎক্ষিপ্ত হয়েছে।

বাতাসে ভাসমান অদৃশ্য জীব-জগৎ

এটা খুবই আশ্চর্যের বিষয়—যে বায়ুস্তর পৃথিবী বেটন করে আছে, তার মধ্যে লক্ষ লক্ষ ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র জীবাণু ভেসে বেড়াচ্ছে। খালি চোখে দেখা যায় না বলেই এদের অস্তিত্ব সম্বন্ধে আমরা বিশেষ সচেতন নই। জীবাণুগুলি যে পৃথিবীর কাছাকাছি বায়ুস্তরেই রয়েছে তা নয়, পৃথিবী থেকে দূরবর্তী উদ্ভাবকাশের বায়ুস্তরেও এদের উপস্থিতির প্রমাণ পাওয়া গেছে। সমুদ্রের উপরের বায়ুস্তরেও এদের অস্তিত্ব আছে। সাধারণতঃ নীচের বায়ুস্তর থেকে যতই উপরে ওঠা যায়, জীবাণুর সংখ্যা ততই কমে আসে।

বায়ুমণ্ডলকে কিন্তু জীবাণুর বাসস্থান হিসাবে ধরা যায় না। এরা স্বল্পকালের জন্তে বাতাসে ভাসমান পর্যটক মাত্র। ভাসমান অবস্থায় কিছু কিছু জীবাণুর মৃত্যু ঘটলেও বেশীর ভাগই বেঁচে থাকে এবং উপযুক্ত মাধ্যমে পতিত হলে সেখানে বংশবিস্তার করে।

হল্যান্ডের অধিবাসী অ্যান্টনী ভ্যান লেভেনহুক সর্বপ্রথম এই ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র জীবাণু-গুলিকে অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে প্রত্যক্ষ করতে সক্ষম হন। তিনিই প্রথম আবিষ্কার করেন যে, বাতাসে ভাসমান ধূলিকণার সঙ্গে এরা নিয়ত অবস্থান করে। এরপর 1861 খৃষ্টাব্দে প্যারিসে লুই পাস্তুর সর্বপ্রথম দেখালেন যে, বাতাসে ভাসমান জীবাণুগুলিকে উপযুক্ত মাধ্যমের সাহায্যে বাঁচিয়ে রেখে তাদের বংশবৃদ্ধি করানো সম্ভব। তিনি আরও দেখান যে, এই সকল জীবাণুই বিভিন্ন জৈব পদার্থের পচনের মূল কারণ। বিভিন্ন রকম রোগের সঙ্গে এদের কোন সম্পর্ক আছে কিনা, ক্রমশঃ সে বিষয়ে গবেষণা শুরু হয়। 1873 খৃষ্টাব্দে কানিংহাম কলিকাতার আলিপুর জেলের অভ্যন্তরস্থিত বাতাসে বিভিন্ন জীবাণুর অস্তিত্ব সম্বন্ধে গবেষণা করেন, কিন্তু তিনি রোগের আক্রমণের সঙ্গে এদের কোন রকম সম্পর্ক স্থাপন করতে সক্ষম হন নি। ক্রমশঃ এই বিষয়টি নিয়ে বিভিন্ন দেশে গবেষণা শুরু হয়ে যায় এবং অনেক নতুন তথ্য আবিষ্কৃত হয়।

এই জীবাণুগুলি সাধারণতঃ ব্যাক্টেরিয়া, ফিট ও অ্যাক্টিনোমাইসিটিস হজ্রাক গোষ্ঠীর অন্তর্ভুক্ত। এদের মধ্যে বিভিন্ন উদ্ভিদের পরাগরেণুও একটি বিশেষ স্থান অধিকার করে আছে। এদের মূল উৎস মাটি ও বিভিন্ন ধরনের উদ্ভিদ। হজ্রাক শ্রেণীভুক্ত জীবাণুগুলি সজীব উদ্ভিদের উপর পরগাহার মত অথবা মৃত উদ্ভিদের পদার্থের উপর বংশবৃদ্ধি করে এবং কিছু কিছু সরাসরি বাতাসে ছড়িয়ে পড়ে। সাধারণতঃ পল্লীগ্রাম অপেক্ষা শহরের বাতাসে হজ্রাকজাতীয় জীবাণু কম থাকে। এর কারণ সম্ভবতঃ মূল উৎস—উদ্ভিদের প্রাচুর্যের অভাব। অল্প দিকে ব্যাক্টেরিয়া গোষ্ঠীভুক্ত জীবাণু শহরের বাতাসে অধিক সংখ্যায় থাকে—সম্ভবতঃ দৈনন্দিন গার্হস্থ্য কাজকর্ম থেকে উদ্ধৃত পচনশীল জৈব পদার্থই এর মূল কারণ।

বর্ষাকালে ভিজা জামা, কাপড়, জুতা, পাউরুটি, আচার, কলমূল প্রভৃতির উপর যে হাতা পড়ে, তা হজ্রাকজাতীয় জীবাণু ছাড়া আর কিছুই নয়। বায়ুর আর্দ্রতা এবং উষ্ণতা উভয়েরই যথেষ্ট প্রভাব আছে এই জীবাণুগুলির প্রাচুর্য্যবের উপর। অধিক বৃষ্টিপাতের দরুণ বাতাসে ভাসমান জীবাণুগুলি বৃষ্টিপাতের সঙ্গে সঙ্গে মাটিতে নেমে আসে, ফলে বাতাস অনেকটা জীবাণুমুক্ত থাকে। অল্প দিকে অনাবৃষ্টি বা অল্পবৃষ্টির কালে উদ্ভূত বৃষ্ত উদ্ভিদগুলি জীবাণুদের আবাসভূমি হিসাবে কাজ করে এবং এর ফলে জীবাণুর বংশবৃদ্ধি হয়। এই সকল কারণে বছরের বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন জীবাণুর সমাবেশ লক্ষ্য করা যায়। এমনও দেখা যায় যে, একই দিনের মধ্যে আবহাওয়ার তারতম্যে বাতাসে ভাসমান এই জীবাণুগুলির সংখ্যা ও প্রকৃতিগত তারতম্য ঘটে থাকে। এই জীবাণুগুলি সম্বন্ধে জানতে হলে প্রথমতঃ এদের বাতাস থেকে নামিয়ে এনে উপযুক্ত মাধ্যমের সাহায্যে বেড়ে উঠতে সাহায্য করা হয় এবং পরে অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে এদের প্রকৃতিগত পার্থক্য নির্ণয় করা হয়।

বর্তমানে উদ্ভিদ-রোগ বিশেষজ্ঞদের দ্বারা এই বিষয়টি নিয়ে বিশেষভাবে গবেষণা হচ্ছে—তার প্রধান কারণ এই জীবাণুগুলির একটি বিশেষ অংশ উদ্ভিদের মধ্যে রোগ উৎপাদির জন্তে দায়ী। চিকিৎসা-বিজ্ঞানীরাও এই বিষয়ে যথেষ্ট উৎসাহী, কারণ বাতাসে ভাসমান কিছু জীবাণু স্বাস্থ্যকর চলবার সময় আমাদের দেহের ভিতরে প্রবেশ করে এবং হাঁপানী বা অস্ফাণ্ড অ্যালার্জি জাতীয় রোগের সৃষ্টি করে। শিল্পক্ষেত্রে, বিশেষতঃ বস্ত্রশিল্প, চর্মশিল্প, কল ও অস্ত্রাস্ত্র খাতসংরক্ষণশিল্প প্রভৃতির ক্ষেত্রেও এই বিষয়টির উপর যথেষ্ট গুরুত্ব দেওয়া হয়েছে।

পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বাতাসে ভাসমান জীবাণু নিয়ে অনেক গবেষণা শুরু হয়েছে। বিশেষ করে আমেরিকা, ইংল্যান্ড ও আরও অনেক দেশ এই বিষয়ে অনেকটা এগিয়ে গেছে। অবশ্য আমাদের দেশও পিছিয়ে নেই। ভারতবর্ষের অনেক গবেষণাগার ও হাসপাতালে অদৃশ্য এই জীবাণু সম্বন্ধে ব্যাপক গবেষণা শুরু হয়েছে। এই অজানা জগৎ সম্বন্ধে ভবিষ্যতে অনেক নতুন তথ্য আবিষ্কৃত হবার উজ্জল সম্ভাবনা রয়েছে।

রমা চক্রবর্তী*

পারদর্শিতার পরীক্ষা

রসায়নবিষয়ক ৬টি প্রশ্ন নীচে দেওয়া হলো। উত্তর দেবার অল্পে মোট সময় ৩ মিনিট। ঐ সময়ের মধ্যে যতগুলি প্রশ্নের উত্তর ঠিক হবে, সেই হিসাবে রসায়নে তোমার পারদর্শিতা সম্বন্ধে একটা ধারণা করা যেতে পারে। সঠিক উত্তরের সংখ্যা ৬, ৫, ৪, ৩, ২, ১ বা ০ হলে পারদর্শিতা যথাক্রমে খুব বেশী, বেশী, একটু বেশী, চলনসই, একটু কম, কম বা খুব কম।

১. কোন্ মৌলটি সবচেয়ে সক্রিয় ?
(ক) ক্লোরিন
(খ) ব্রোমিন
(গ) আয়োডিন
(ঘ) ফ্লোরিন
২. অ্যামোনিয়ার জলীয় দ্রবণে ফেনলফথ্যালিন মেশালে দ্রবণটি কোন্ রঙের হয় ?
(ক) লাল
(খ) নীল
(গ) সবুজ
(ঘ) হালকা নীল
৩. কোন্ ধরনের লোহার কার্বনের ভাগ সবচেয়ে কম ?
(ক) কাঁচা লোহা
(খ) পেট্রা লোহা
(গ) ইম্পাত
(ঘ) স্টিল
৪. কাঁসার প্রস্তুতিতে কোন্ কোন্ ধাতু ব্যবহৃত হয় ?
(ক) তিন ও দস্তা
(খ) দস্তা ও তামা
(গ) তামা ও তিন
(ঘ) তামা ও সীসা
৫. কোন্ দুটি অ্যাসিডের মিশ্রণে 'অ্যাকোয়া রিজিয়া' তৈরি হয় ?
(ক) সালফিউরিক অ্যাসিড ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড
(খ) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও নাইট্রিক অ্যাসিড
(গ) নাইট্রিক অ্যাসিড ও সালফিউরিক অ্যাসিড
(ঘ) সালফিউরিক অ্যাসিড ও হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড
৬. হাইড্রোজেনের আণবিক ভর কত ?
(ক) ১.০০৮
(খ) ২.০১৬
(গ) ৪.০৩২
(ঘ) ১.০০৮

(উত্তর—৭৪৬ পৃষ্ঠায় দেওয়া)

অজ্ঞানদা দাশগুপ্ত ও অরুণ বসু*

জিওর্দানো ব্রুনো

আদালত গৃহের মধ্যে দাঁড়িয়ে সেই নির্ভীক জ্ঞানতপস্বী চার্চের বিচারকদের উদ্দেশ্যে বললেন—তোমরা আমার বিচার করছ বটে, অথচ ভয় পেয়ে গেছ দেখছি তোমরাই— এই ঘোষণা ছিল সত্য। তখনকার দিনে ইউরোপের অনেক দার্শনিক এবং বিজ্ঞানীই বিশ্বের চিরসত্য আবিষ্কারের অপরাধে মধ্যযুগীয় চার্চের বলি হয়েছিলেন। কিন্তু সেদিনকার বহু অনাবিষ্কৃত সত্যের রহস্য উদ্ঘাটনে যাঁরা অগ্রসর হয়েছিলেন, তাঁদের মত ছিল অপ্রাস্ত ও প্রগতিশীল। কিন্তু মধ্যযুগীয় চার্চের মতবাদ ছিল ক্ষয়িষ্ণু। নতুন নতুন মতবাদ দেখে সেদিনকার চার্চের কর্তাব্যক্তির হয়েছিলেন শঙ্কিত এবং ক্রুদ্ধ। বুঝেছিলেন পুরনো কুসংস্কারাচ্ছন্ন মতবাদ দিয়ে মানুষকে আর বেশী দিন ভাওতা দেওয়া যাবে না। তাই ধ্বংস এবং পরাজয় আসন্ন বুঝেই প্রগতির নিশানবাহক সেই সব মনীষীদের হত্যা করে ক্রিতে চেয়েছিলেন চার্চের কর্তারা।

চার্চের স্থণ্য চক্রান্তে পড়ে ইউরোপের যে সব বিজ্ঞানী, দার্শনিক মৃত্যুবরণ করেছিলেন, তাঁদের ভিতর জ্যোতির্বিজ্ঞানী জিওর্দানো ব্রুনো ছিলেন অন্যতম।

1547 সালে ইটালীর ভিনিস নগরীর নোলা শহরে জিওর্দানো ব্রুনো জন্মগ্রহণ করেন। মাত্র পনেরো বছর বয়সেই তিনি ডোমিনিসিয়ান প্রজাতন্ত্রের নাগরিকত্ব লাভ করেন।

ব্রুনো মনেপ্রাণে কোপারনিকাসের মতবাদ গ্রহণ করেছিলেন, যদিও কোপারনিকাসের সঙ্গে ব্রুনোর কোন ব্যক্তিগত পরিচয় ছিল না। কোপারনিকাস ছিলেন এক প্রতিষ্ঠাবান বাজক আর ব্রুনো ছিলেন এক ভবঘুরে সাধু। তাঁর চরিত্র ছিল সরল, প্রাণে অফুরন্ত উৎসাহ আর উদ্দীপনা থাকায় তিনি বিধা-শঙ্কা বলে কিছু জানতেন না এবং সত্যের প্রতিষ্ঠার জন্যে জীবনকে তুচ্ছ জান করতেন। লেখাপড়া শেষ করেই ব্রুনো প্রচলিত বিশ্বাসের বিরুদ্ধে আপন মত প্রচার করতে শুরু করেন। বাইবেলের অবৈজ্ঞানিক ধারণাগুলি আঙ্গুলী বলে ঘোষণা করলেন। তবে এর প্রতিক্রিয়া ঘটতে দেরী হলো না। রোমান ক্যাথলিক ধর্মমতের সম্বন্ধে কেউ অবিবাস পোষণ করলে ইনকুইজিসন নামে এক বিশেষ বিচারালয়ে তাদের বিচার করা হতো। ব্রুনোর বিরুদ্ধেও তারা গ্রেপ্তারী পরওয়ানা জারী করলো। তিনি একথা জানতে পেরে ইটালী ত্যাগ করে প্রথমে গেলেন লিয়নস্, তারপর তুর্লো। মন্টপেলিয়ার ও প্যারিস প্রভৃতি ইউরোপের বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়ে তিনি অধ্যাপনা করে দিন কাটাতে লাগলেন। শেষে 1583 খ্রষ্টাব্দে তিনি লণ্ডন বিশ্ববিদ্যালয়ে যোগ দেন এবং এখানেই তিনি তিনখানা বই প্রকাশ করে বিশ্ববাসীকে নিজের মতবাদ জানান। তাঁর

মতে, ঈশ্বর অসীম ও তাঁর সৃষ্টি এই বিশ্বও অসীম। তিনি কেবল একটা পৃথিবী সৃষ্টি করেন নি, বিশ্বে তিনি বহু সৌরজগতের সৃষ্টি করেছেন এবং প্রত্যেকটি সৌরজগতের কেন্দ্রেই আছে সূর্যের মত এক-একটি নক্ষত্র। এর ফলে তিনি সৌরকেন্দ্রিক তত্ত্বকে নাড়া দিলেন। পূর্বমত ছিল সূর্য বিশ্বের কেন্দ্র। জিওর্দানো বললেন—বিশ্ব অসীম, তার কেন্দ্রে বা প্রান্তে কেউ আছে বলা অর্থহীন। ব্রুনোর জ্যোতির্বিজ্ঞা ও দর্শনের মত ছিল প্রগতিবাদী, ফলে এই মতবাদ বাইবেলীয় ধারণা প্রচারে প্রত্যক্ষভাবে আঘাত হানলো। চার্চের কর্তারা হলেন ভয়ানক ক্রুদ্ধ।

১৫৯৩ খৃষ্টাব্দে ব্রুনো লুকিয়ে লণ্ডন থেকে ইটালীতে ফিরে এলেন। ইনকুইজিসন পেয়ে গেলেন খবর। অল্প দিনের মধ্যেই গ্রেপ্তার হলেন ব্রুনো। দীর্ঘ সাত বছর ধরে তার উপর চললো নির্ধাতন, কিন্তু একচুলও নিজ মত থেকে নড়লেন না তিনি। এবার বিচারের ব্যবস্থা করলো ইনকুইজিসন। বিচার নয় গ্রহসন। আসামী নিজেকেই নির্দোষ প্রমাণের চেষ্টা করতো। আসামীর সাক্ষীদেরও নির্ধাতিত হতে হতো বলে কেউ সাক্ষ্য দিত না। আসামীর উকীল নিযুক্ত করবার অধিকার পেলেও ভয়ে কোন উকীল তাদের পক্ষ সমর্থন করতো না। ব্রুনো মৃত্যুদণ্ডে দণ্ডিত হলেন।

খৃষ্টধর্ম শ্রেমের ধর্ম, তাই ব্রুনোকে বিনা রক্তপাতে মৃত্যুদণ্ডের আদেশ দেওয়া হলো ; অর্থাৎ বিচারকেরা তাঁকে পুড়িয়ে মারবার আদেশ দিলেন। ১৬০৪ খৃষ্টাব্দে ব্রুনোকে প্রকাশ্য রাজপথে চিত্তার পুড়িয়ে হত্যা করা হলো।

ব্রুনোকে হত্যা করা হলো সত্য, কিন্তু ব্রুনো কর্তৃক প্রবর্তিত সত্যকে কেউ হত্যা করতে পারলো না। রাণী এলিজাবেথের ব্যক্তিগত চিকিৎসক ডক্টর উইলিয়াম গিলবার্ট ব্রুনোর বিশ্বচিত্রকে গ্রহণ করে দেশ-বিদেশে প্রচার করতে লাগলেন।

ব্রুনো আজও অমর সত্যের মধ্যে, বিজ্ঞানের মধ্যে, তাঁর মতবাদের মধ্যে।

অনুপ রায়

হীরকের কথা

হীরক কি এবং প্রকৃতপক্ষে এর মূল উপাদান কি? এই প্রশ্নের উত্তর অষ্টাদশ শতাব্দীর আগে পর্যন্ত বৈজ্ঞানিকদের জানা ছিল না। সর্বপ্রথম বিশ্ববিখ্যাত বৈজ্ঞানিক সার আইজাক নিউটন বললেন যে, সাধারণ কাঠকয়লার মতই হীরক একটি দাহ্য পদার্থ। তাঁর কথা শুনে সে যুগের লোকেরা কেউ একথা বিশ্বাস করে নি। অবশ্য অবিশ্বাস করবার মত কথাই বটে—মহামূল্য রত্ন হীরক কিনা সাধারণ কাঠকয়লার মতই দাহ্য পদার্থ। অষ্টাদশ শতাব্দীর শেষভাগে প্রখ্যাত রসায়ন-বিজ্ঞানী ল্যাভয়সিঁয়ে (ফ্রান্স) বাস্তব পরীক্ষায় প্রমাণ করে দেখালেন যে, নিউটনের পূর্বেক্ত সিদ্ধান্ত অশ্রান্ত এবং হীরকের সঙ্গে সাধারণ অজার বা কার্বনের মৌলিক কোন পার্থক্য নেই। ল্যাভয়সিঁয়ে একখণ্ড হীরককে পুড়িয়ে দেখলেন এবং একমাত্র কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস ছাড়া আর কিছুই পেলেন না। 1814 সালে সার হামফ্রি ডেভি এবং তাঁর ছাত্র মাইকেল ফারাডে ইটালির ফ্লোরেন্স শহরে হীরকখণ্ডের দহনে যে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস ছাড়া আর কিছু পাওয়া যায় না, তা পরীক্ষা করে দেখালেন এবং সমবেত জনসাধারণের সামনে প্রমাণ করলেন যে, হীরক কার্বনের রূপভেদ ছাড়া আর কিছুই নয়। এরপর আর বিশ্বাস করতে অসুবিধা রইলো না যে, কয়লা, গ্র্যাফাইট, হীরক প্রভৃতি একই মৌলিক পদার্থের ভিন্ন ভিন্ন বাহ্যিক রূপ। এখন সাধারণভাবে একটা প্রশ্ন এসে পড়ে। তা হলো—কি কারণে একই মৌলিক পদার্থ সম্পূর্ণ বিভিন্ন বাহ্যিক রূপে প্রকাশিত হয়? এর কারণ হলো কার্বন-পরমাণুর বিভিন্ন সজ্জা মৌলিক পদার্থটিকে বিভিন্ন রূপ দিয়ে থাকে। হীরকে কার্বন-পরমাণুর সজ্জা এমনই যে, হীরক একটি শুল্কর অষ্টতল স্ফটিকরূপে প্রকাশিত, কিন্তু গ্র্যাফাইট বা সাধারণ কয়লার পরমাণু-সজ্জা অম্লরূপ নয়। শুধুমাত্র পরমাণু-সজ্জার বৈচিত্র্যের জন্মেই একটি মহামূল্য রত্ন আর অপরটি সস্তা আলানী।

ভারতবর্ষের গোলকুণ্ডা, ব্রেজিল, রাশিয়ার ইউরাল পর্বতমালা, দক্ষিণ আফ্রিকা এবং আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্রে খনিজ পদার্থরূপে হীরক পাওয়া যায়। দক্ষিণ আফ্রিকার হীরক অশ্রান্ত পাথরের সঙ্গে মিশ্রিত অবস্থায় থাকে। এই হীরক-মিশ্রিত পাথরগুলিকে বাইরের জল-বাতাসে ফেলে রাখা হয়, কলে পাথরগুলি ছোট ছোট টুকরায় ভেঙ্গে যায় এবং পরে টুকরাগুলিকে যান্ত্রিক উপায়ে আরো ছোট করা হয়। এর পর টুকরাগুলিতে জল মিশিয়ে একটি চর্বি-মাখানো মসৃণ টেবিলের উপর দিয়ে প্রবাহিত করলে অপেক্ষাকৃত ভারী হীরকখণ্ডগুলি চর্বিতে আটকে যায়। এভাবে হীরককে খনিজ অবস্থা থেকে নিষ্কাশন করা হয়। আমাদের দেশে কোন

কোন নদীভীরের বালির সঙ্গে হীরক মিশ্রিত থাকে। সেগুলিকেও এই উপায়ে নিকালিত করা হয়।

আগেই বলেছি, বিশুদ্ধ হীরকখণ্ড একটি অষ্টতল স্ফটিক এবং স্বচ্ছ ও বর্ণহীন। হীরকের সঙ্গে অশুদ্ধ পদার্থ মিশ্রিত থাকবার ফলেই হীরক বিভিন্ন বর্ণের হয়ে থাকে। এই হীরকের টুকরাগুলিকে সূর্যকোশলে কেটে মহামূল্য রত্নে পরিণত করা হয়। টুকরাগুলিকে কাটবার উপর এদের গুণমান নির্ভর করে। পৃথিবীর মধ্যে শুধু হল্যান্ডে হীরক কাটবার ব্যবসায় আছে।

একটি বিশেষ এককের সাহায্যে হীরকের ওজন নির্ণয় করা হয়। এই একক হলো ক্যারেট এবং এক ক্যারেট $\frac{1}{5}$ গ্রামের সমান। সবচেয়ে ভারী হীরক হলো কুলিয়ান, এর ওজন ৩০৩২ ক্যারেট অর্থাৎ প্রায় ৬০৬ গ্রাম। এছাড়া কোহিনূর হীরকের ওজন ১৮৬ ক্যারেট। হীরক পৃথিবীতে সবচেয়ে কঠিন মৌলিক পদার্থ। বোয়ার্ট নামে কালো রঙের এক প্রকার হীরক আছে, রত্ন হিসেবে এর কোন মূল্য নেই, কিন্তু কাচ কাটবার কাজে, পাথর কাটবার যন্ত্রে এবং পালিশের কাজে এই হীরক ব্যবহৃত হয়।

এ তো গেল খনিজ হীরকের কথা। হীরকের তৃপ্তাপাতা এবং শিল্প-জগতে এর চাহিদার জন্তে কৃত্রিম উপায়ে হীরক নির্মাণের চেষ্টা শুরু হয়। গত শতাব্দীর শেষের দিকে বহু বৈজ্ঞানিক রসায়নগারে হীরক প্রস্তুতির জন্তে আশ্রয় চেষ্টা করেন। বৈজ্ঞানিকদের চেষ্টা ছিল, কোন রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় সাধারণ কয়লাকে হীরকের স্ফটিকে রূপান্তরিত করা। তাঁরা স্ফটিকীকরণের সাধারণ রাসায়নিক প্রক্রিয়ার কথা ভেবেছিলেন। কিন্তু সমস্যা হলো, কয়লার জ্বল প্রস্তুত করা, কার্বন করণা জল বা অন্য কোন তরল পদার্থে অবশুত হয় না। কয়লা অতি উচ্চ চাপ ও উষ্ণতায় এবং সম্পূর্ণ বায়ুশূন্য স্থানে তরলীকৃত লোহার অবশুত হয়। এই জ্বলকে পরে ঠাণ্ডা করলে ছোট ছোট হীরকের স্ফটিক পাওয়া যায়। ১৮৭৯ সালে ব্রিটিশ বৈজ্ঞানিক জে. বি. হ্যানয় সর্বপ্রথম অনুরূপ পদ্ধতিতে হীরক সংশ্লেষণে সাফল্য লাভের দাবী করেন। পরবর্তী কালে ১৮৯০ সালে ফ্রান্সের রসায়ন-বিজ্ঞানী হেনরী ময়সানও কৃত্রিম উপায়ে হীরক প্রস্তুতে সাফল্য লাভ করেন। হ্যানয় বা ময়সান কর্তৃক প্রদর্শিত প্রক্রিয়ায় সংশ্লেষিত হীরক কিন্তু খনিজ হীরক অপেক্ষা মোটেই মূল্যহীন—তার ত্রুটি কারণ হলো নির্মাণ-ব্যয়ের প্রাচুর্য। দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধ চলবার সময় জার্মানীর প্রখ্যাত রসায়ন-বিজ্ঞানী গুনটে, গ্যাসেল এবং রেবেনট্রক কৃত্রিম উপায়ে হীরক সংশ্লেষণের জন্তে বহু গবেষণা করেও ব্যর্থ হন।

প্রকৃতপক্ষে ১৯৫৫ সালের ফেব্রুয়ারী মাসে নিউইয়র্কের জেনারেল ইলেকট্রিক কোম্পানী সর্বপ্রথম ব্যবসায়িক ভিত্তিতে কৃত্রিম হীরক উৎপাদনের কথা ঘোষণা করেন। উক্ত সংস্থা অকার-সমৃদ্ধ পদার্থকে প্রতি বর্গইঞ্চিতে দেড়লক্ষ পাউণ্ড চাপ প্রয়োগ করে এবং পাঁচ হাজার ডিগ্রী কারেনহাইট উষ্ণতায় উত্তপ্ত করে কৃত্রিম হীরকের স্ফটিক প্রস্তুতে সক্ষম হন।

প্রাকৃতিক হীরক অপেক্ষা এসব কৃত্রিম হীরকের মূল্য বেশ কিছুটা কম পড়ে। এখন একটা প্রশ্ন উঠতে পারে—প্রাকৃতিক হীরক এবং কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত হীরকের গুণ বা ধর্মের কোন তারতম্য আছে কি না? তারতম্য বা আছে, তা হলো তাদের আকার, গঠন-প্রকৃতি ও তাদের মধ্যে অল্প অধিক পদার্থের অবস্থিতিতে। কৃত্রিম সংশ্লেষণ পদ্ধতিতে এখনো খনিজ হীরকের মত অত বড় ক্ষটিক পাওয়া সম্ভব হয় নি। কাজেই অলঙ্কারে কৃত্রিম হীরকের মত অত ক্ষুদ্র ক্ষটিক ব্যবহৃত হয় না। হীরক কিন্তু শুধুমাত্র অলঙ্কারের শোভা-বর্ধনই ব্যবহৃত হয় না; শিল্পরূপে, বিশেষ করে যুদ্ধোস্ত্রের উপকরণ নির্মাণে হীরক ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। কৃত্রিম উপায়ে বৃহত্তর হীরকের ক্ষটিক প্রস্তুতির জন্তে এখনো ব্যাপক গবেষণা চলছে।

ক্রীড়োতির্ময় হই

উত্তর

(পারদর্শিতার পরীক্ষা)

1. (ক)

2. (ক)

[এসকল: উল্লেখ্য যে, লাল দ্রবণটি ধোলা বাতাসে রেখে দিলে অ্যামোনিয়া উবে বাওয়ার লাল রং অদৃশ্য হয়। এজন্তে এই লাল রংকে ত্যানিসিং কালার বা ম্যাজিক রং বলা হয়।]

3. (খ)

[কাঁচা লোহার কার্বন থাকে শতকরা 2.2—4.5 ভাগ, পেটা লোহার শতকরা 0.12—0.25 ভাগ এবং ইম্পাতে শতকরা 0.25—1.5 ভাগ।]

4. (গ)

[শতকরা 80 ভাগ তামা ও 20 ভাগ টিনের সংমিশ্রণে কাঁসা প্রস্তুত হয়।]

5. (খ)

[তিন বা চার ভাগ হাইড্রোক্সারিক অ্যালিড ও এক ভাগ নাইট্রিক অ্যালিডের মিশ্রণে 'অ্যাকোয়ো রিজিয়া' তৈরি হয়।]

6. (খ)

[হাইড্রোজেন অণুতে দুটি পরমাণু থাকে। ঐ দুটির পারমাণবিক ভারের যোগফল হচ্ছে হাইড্রোজেনের আণবিক ভার।

এখন, পারমাণবিক ভার = $\frac{\text{উপাদানের একটি পরমাণুর ভার} \times 16}{\text{অক্সিজেনের একটি পরমাণুর ভার}}$

এই হিসাবে হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ভার হলো 1.008; সুতরাং হাইড্রোজেনের আণবিক ভার = $2 \times 1.008 = 2.016$

গ্রন্থ সংশোধন :—নভেম্বর '71 সংখ্যায় 690 পৃষ্ঠায় 5131 কিলোমিটার ও 330 কিলোমিটারের স্থানে 'মিটার' হ'বে।

সেলুলোজ

সেলুলোজ হলো এক ধরনের কার্বোহাইড্রেট, যা উদ্ভিদ-কোষের প্রাচীর গঠন করে পেকটিন নামক কিছু জৈব পদার্থের সঙ্গে। এই শক্ত আর মৃত কোষ-প্রাচীর উদ্ভিদ-কোষের মধ্যকার প্রোটোপ্লাজমকে ধরে রাখে। কার্বোহাইড্রেট হচ্ছে কার্বন, অক্সিজেন আর হাইড্রোজেন মিলিত এক ধরনের যৌগ। কার্বোহাইড্রেটে কার্বনের সঙ্গে অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন সব সমান 2:1 অনুপাতে থাকে। চাল, গম, ভুট্টা, বাঁশ, খড় ইত্যাদির মধ্যে প্রচুর পরিমাণে কার্বোহাইড্রেট পাওয়া যায়।

উদ্ভিদ সূর্যালোকে তার পাতার ক্লোরোফিলের সাহায্যে বায়ুমণ্ডলের কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং জলীয় বাষ্প শোষণ করে প্রথমে ফরমালডিহাইড এবং ফ্রমশ: শর্করা, ষ্টার্চ এবং সবশেষে সেলুলোজ গঠন করে। সেলুলোজ নিষ্ক্রিয় পদার্থ। তরল ক্ষার বা অ্যাসিড, ক্লোরিন প্রভৃতি পদার্থের সঙ্গে সেলুলোজ কোন বিক্রিয়া করে না বলে ফিন্টার কাগজ তৈরি করতে এই সেলুলোজ প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। সেলুলোজ অ্যাসিড বা ক্ষারে নিষ্ক্রিয় বলে সাধারণ তুলা বা পাটের আঁশ লঘু অ্যাসিড বা ক্ষারে দ্রবীভূত করলে বিশুদ্ধ সেলুলোজ পাওয়া যায়। প্রসঙ্গতঃ উল্লেখযোগ্য যে, তুলার বেশীর ভাগ অংশই হলো সেলুলোজ।

বর্তমানে সেলুলোজ আমাদের যে কত কাজে লাগে, তা বলে শেষ করা যায় না। কাপড়, কাগজ, মারসিরাইজড্ কাপড় বা তুলা, নাইট্রোসেলুলোজ জাতীয় বিস্ফোরক, কৃত্রিম সিল্ক, সেলুলয়েড প্রভৃতি পদার্থে সেলুলোজ প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। যে সব জিনিষের নাম করলাম, তার কয়েকটা সম্বন্ধে আলোচনা করাছি।

কাগজ প্রস্তুতি—উদ্ভিদের সেলুলোজ থেকে কাগজ প্রস্তুতির আধুনিক পদ্ধতি প্রথম আবিষ্কৃত হয় চীনে। বাঁশ, খড়, কাঠ প্রভৃতি পদার্থ সেলুলোজে পরিপূর্ণ। তাই বাঁশ, খড়, কাঠ প্রভৃতি পদার্থকে টুকরা টুকরা করে কেটে কষ্টিক সোডার সঙ্গে মিশিয়ে উত্তপ্ত করলে সেলুলোজের সঙ্গে মিশ্রিত লিগনিন নিকশিত হয়ে যায় এবং উপর বিশুদ্ধ সেলুলোজের তন্তুগুলি বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। এবারে এই সেলুলোজকে রিচিং পাউডার বা অল্প কোন পদার্থ মিশিয়ে বিরজিত করা হয়। এই বিরজিত সেলুলোজ তন্তুর সঙ্গে মেশানো হয় অ্যালাম, সাবান ইত্যাদি সাইজিং পদার্থ। এখন এই বিচ্ছিন্ন সেলুলোজ তন্তুর হিঁজগুলি ভরবার জন্যে কিছু পুরক (জিপসাম বা চীনা মাটি) মেশানো হলে যে সেলুলোজের মণ্ড পাওয়া যায়, তা রোলারের সাহায্যে গিঁথে নিলে অতি উৎকৃষ্ট কাগজ পাওয়া যায়। সাইজিং পদার্থ মেশানোর আগে বিরজিত মণ্ডকে যদি অর্ধঘন

সালফিউরিক অ্যাসিডে ডুবিয়ে রাখা যায়, তবে এক রকম অর্ধবচ্ছ কাগজ পাওয়া যায়। এই কাগজই হলো পার্চমেন্ট পেপার, যা টাকা তৈরি বা দলিল প্রতৃতি লেখবার ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। আবার পুরক না মিশিয়ে যে কাগজ পাওয়া যায়, তা হলো ফিল্টার পেপার।

কৃত্রিম সিল্ক—সেলুলোজ ইথার ও অ্যালকোহলের জ্বলে মেশালে যে ঘন আঠালো পদার্থ পাওয়া যায়, তা সূক্ষ্ম ছিঁড়ের মধ্য দিয়ে বায়ুতে ঢালালে যে সূক্ষ্ম তন্তু পাওয়া যায়, সেই তন্তুকে অ্যামোনিয়াম হাইড্রোসালফাইডে ভিজিয়ে নিলেই কৃত্রিম সিল্ক বা রেয়ন উৎপন্ন হয়। বর্তমানে বস্ত্রশিল্পে এর চাহিদা খুব বেশী। সূক্ষ্ম ছিঁড়ের বিভিন্ন রকম পরিবর্তন করে বিভিন্ন শ্রেণীর রেয়ন প্রস্তুত করা হয়।

মারসিরাইজ্‌ড্‌ কাপড়—ঘন কার্যীয় জ্বলে যদি কোন সূত্রিক কাপড় ভেজানো যায়, তবে সূত্রের সেলুলোজগুলি ফুলে গোলাকৃতির তন্তুতে পরিণত হয় এবং সূত্রের কাপড় এক অদ্ভুত দীপ্তি লাভ করে—ঠিক সিল্কের কাপড়ের মত দেখায়। এগুলি সূত্রের কাপড়ের চেয়ে অনেক টেকসই। জন মার্সার নামে জৈনিক রাসায়নিক প্রথম এটি আবিষ্কার করেন বলেই তাঁর নাম অনুযায়ী এই কাপড়ের নাম হয়েছে মারসিরাইজ্‌ড্‌ কাপড়। অল্পরূপভাবে তুলাকে (কার্পাস) মারসিরাইজ্‌ড্‌ তুলার রূপান্তরিত করা যায়।

সেলুলোজের সাহায্যে বিক্ষারক জ্বা তৈরি করা যায়, সে কথা আগেই বলেছি। সেলুলোজকে অ্যাসিড (নাইট্রিক) মিশ্রণে নিম্নতাপে অনেকক্ষণ রাখলে এক বিশেষ ধরনের নাইট্রোসেলুলোজের উৎপত্তি হয়, যার নাম গান-কটন। এই গান-কটন দিয়ে বন্দুকের বারুদ তৈরি হয়। এই জাতীয় নাইট্রোসেলুলোজ নাইট্রোগ্লিসারিনের সঙ্গে মেশালে করডাইট জাতীয় বিক্ষারক তৈরি হয়।

সেলুলোজকে কর্পূর ও অ্যালকোহলের সঙ্গে উচ্চতাপে মিশ্রিত করলে এক ধরনের প্রাণিক তৈরি হয়, যার নাম সেলুলয়েড। এই সেলুলয়েড ছাঁচে ফেলে ফিল্ম, চিক্রনী, কাউন্টেন পেন ইত্যাদি অনেক জিনিস তৈরি করা যায়। সেলুলয়েড খুবই দৃঢ় পদার্থ।

এভাবে সেলুলোজ দিয়ে আরও অনেক পদার্থ তৈরি করা যায়। তাই সেলুলোজ শুধু উদ্ভিদের কোষ-প্রাচীরেই নয়, পরোক্ষভাবে আমাদের জীবনযাত্রার অনেক সহায়তা করছে।

শ্রীচন্দন মুখোপাধ্যায়

প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন 1. : ক) বিদ্যুৎ চম্কানো কি ? এর অন্তর্নিহিত পদ্ধতি সম্বন্ধে কিছু জানতে চাই।

খ) বিদ্যুৎ চম্কানোর পর মেঘের যে ভীষণ গর্জন শোনা যায়, তার কারণ কি ?

দিলীপকুমার গিরি, যুগুড়ী, হাওড়া

দীপকর চক্রবর্তী, আগরতলা

প্রশ্ন 2. : কৌটকানো জামাকাপড় গরম ইজির দ্বারা ঘবলে টান হয়, কিন্তু ঠাণ্ডা ইজির দ্বারা ঘবলে হয় না কেন ?

উম্মিলা দাশগুপ্ত, চড়কভাঙ্গা, কলিকাতা-10

উত্তর 1. : ক) বিদ্যুৎ চম্কানো হচ্ছে মেঘ ও পৃথিবীর মধ্যে অথবা মেঘে মেঘে তড়িৎ-মোক্ষণের ফল। পরস্পর বিপরীত তড়িৎ-ধর্মী মেঘ যখন কাছাকাছি আসে, তখন এদের মধ্যে দূরত্বের যথেষ্ট ব্যবধান থাকে। সত্ত্বেও এরা উচ্চ বিভববিশিষ্ট হবার দরুন কিছু আধান এদের অন্তর্বর্তী মাধ্যমের ভিতর দিয়ে এক মেঘ থেকে অন্য মেঘে বাতায়িত করে। এর ফলে প্রায় 1 অ্যাম্পিয়ারের মত তড়িৎ-প্রবাহের সৃষ্টি হয়। তখন একই পথে অধিক মাত্রায় আধান প্রবাহিত হতে থাকে। একে বলা হয় লীডার স্ট্রোক। এর ফলে তড়িৎ-প্রবাহের মাত্রা হয় প্রায় 10^3 অ্যাম্পিয়ার। এই লীডার স্ট্রোক অপর মেঘে পৌঁছানোমাত্রই ঐ পথে বিপরীত মুখে অপর মেঘ থেকে সমস্ত আধান প্রথম মেঘের দিকে প্রবাহিত হয়। একে বলা হয় রিটার্ন স্ট্রোক। এই প্রক্রিয়ার তড়িৎ-প্রবাহের মাত্রা হয় প্রায় 10^4 থেকে 10^5 অ্যাম্পিয়ারের মত। তড়িৎ-মোক্ষণের ভীষণতা রিটার্ন স্ট্রোকেই সবচেয়ে বেশী। এই সময়ে যে আ লাকের উৎপত্তি হয়, পৃথিবী থেকে আমরা তাকেই বিদ্যুৎ চম্কানো বলে থাকি। মেঘ ও পৃথিবীর বেলাতেও একই পদ্ধতি কার্যকরী হয়।

খ) তড়িৎ-মোক্ষণের সময় পার্শ্ববর্তী অঞ্চলে প্রচুর তাপের সৃষ্টি হয়। এই তাপের প্রভাবে বাতাসের মধ্যে হঠাৎ অধিক মাত্রায় সঙ্কোচন ও প্রসারণ শুরু হয়ে যায়। ফলে প্রচণ্ড শব্দের উৎপত্তি হয়, যা আমরা পৃথিবী থেকে শুনি এবং মেঘের গর্জন বলে জানি।

উত্তর 2. : কৌটকানো জামাকাপড় যখন ঠাণ্ডা ইজির দ্বারা ঘবা হয়, তখন জামাকাপড়ের উপর শুধুমাত্র চাপই প্রয়োগ করা হয়। কিন্তু গরম ইজি প্রয়োগে জামাকাপড় একই সঙ্গে চাপ ও তাপের দ্বারা প্রভাবিত হয়ে থাকে। কৌটকানো অবস্থায়

জামাকাপড়ের মধ্যকার সূতার স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম ঠাণ্ডা ইল্লি প্রয়োগে সাধারণতঃ পূর্ণাপূর্ণি নষ্ট হয় না। কিন্তু চাপ এবং তাপের প্রভাবে এই ধর্ম নষ্ট হয়ে যায়, ফলে জামাকাপড় টান হয়। ঠাণ্ডা ইল্লি প্রয়োগের পর সূতার স্থিতিস্থাপকতা বজায় থাকায় জামাকাপড় আবার কুঁচকে যায়।

শ্রীমন্তেন্দ্র দেব

* ইনস্টিটিউট অব রেডিও-ফিজিক্স অ্যাণ্ড ইলেকট্রনিক্স ; বিজ্ঞান কলেজ, কলিকাতা-৭

বিবিধ

গোখরোর বিষে ক্যালার সারতে পারে
নয়াদিল্লী থেকে সম্প্রতি ইউ. এন. আই.
কর্তৃক প্রচারিত সংবাদে প্রকাশ—যে গোখরো
সাপের কাষড়ে মাল্লবের মৃত্যু হয়, সেই গোখরো
সাপের বিষই এখন মাল্লবের মারাত্মক ব্যাধি
ক্যালার নিরাময়ে লাগতে পারে।

বোম্বাইয়ের ক্যালার রিসার্চ ইনস্টিটিউটে
পরীক্ষা চালিয়ে দেখা গেছে যে, কোন কোন
জাতের ক্যালার নিরাময়ে গোখরো সাপের বিষ
কলপ্রদভাবে ব্যবহার করা যেতে পারে।

ইনস্টিটিউটের বিজ্ঞানীরা গোখরো সাপের বিষ
থেকে একরকম নির্বিষ (নন-টক্সিক) প্রোটিন পৃথক
করতে পেরেছেন, যা কোন কোন ক্যালার নিরাময়
করতে পারে।

টেস্ট-টিউবে এবং জীবজন্তুর দেহে ক্লিনিক্যাল
পরীক্ষায় এই গোখরো-প্রোটিন ব্যবহার করে
উৎসাহবাজক কল পাওয়া গেছে বলে তাঁরা
জানিয়েছেন।

গোখরোর বিষ থেকে বিবাক্ত প্রোটিন

পৃথক করার পর এই ক্যালার নিরাময়-
কারী গোখরো-প্রোটিন আবিষ্কৃত হয়েছে।
গোখরোর কাষড়ে যে মৃত্যু হয়, তা এই বিবাক্ত
প্রোটিনের জন্তে। গোখরোর বিষ থেকে
প্রাণঘাতী প্রোটিনগুলি দূর করা হলে—অবশিষ্ট
অংশে খুব সামান্যই বিষ থাকে। শিবের এই
অবশিষ্ট অংশ থেকেই ক্যালার নিরাময়কারী
নির্বিষ প্রোটিন পৃথক করা হয়।

বোম্বাইয়ের ক্যালার রিসার্চ ইনস্টিটিউটের
বিজ্ঞানীরা দেখেছেন যে, এই নির্বিষ প্রোটিন
সাধারণ কোষগুলিকে ছেড়ে দিয়ে কেবল টিউমার
সেলগুলি ধ্বংস করে ক্যালার নিরাময় করে।

প্রোটিন যখন বেছে বেছে টিউমার-কোষের
ঝিল্লীর উপর আক্রমণ চালায়, তখন এই সব কোষ
ধ্বংস হয়।

গোখরোর প্রোটিনের এই নির্বিষ আচরণ
ক্যালার কোষের ঝিল্লীর পরীক্ষার সম্ভাবনাও
উন্মুক্ত করে দিয়েছে। ক্যালার কোষের ঝিল্লী
সাধারণ কোষের ঝিল্লী থেকে স্বতন্ত্র।

প্রধান সম্পাদক—শ্রীগোপালচন্দ্র ভট্টাচার্য

ঐতিহাসিক ভট্টাচার্য কর্তৃক পি-২৩, রাজা রাজকৃষ্ণ ষ্ট্রীট, কলিকাতা-৬ হাউসে প্রকাশিত এবং প্রণয়ন
৩৭/৭ বেনিয়ার্টোলা লেন, কলিকাতা হাউসে প্রকাশক কর্তৃক মুদ্রিত।

